# Cuprins


Prefață . . . . . 6
Introducere . . . . . 11
1 Elemente de bază . . . . . 13
2 Plăcile sistemului . . . . . 41
3 Microprocesoare . . . . . 79
4 Memoria . . . . . 162
5 Sistemul BIOS . . . . . 226
6 Seturi de cipuri . . . . . 273
7 Magistrala de extensie . . . . . 299
8 Tehnologii de stocare masivă . . . . . 349
9 Interfețele de stocare . . . . . 387
10 Hard-discurile . . . . . 460
11 Dischetele . . . . . 505
12 Compact-discurile . . . . . 529
13 Benzile magnetice . . . . . 571
14 Dispozitivele de intrare . . . . . 609
15 Dispozitivele grafice . . . . . 655
16 Sistemul de afișare . . . . . 698
17 Adaptoarele de afișare . . . . . 750
18 Displayurile . . . . . 796
19 Sistemul audio . . . . . 846
20 Porturile periferice . . . . . 898
21 Porturile moștenite . . . . . 931
22 Telecomunicațiile . . . . . 998
23 Lucrul în rețea . . . . . 1057
24 Tipărirea . . . . . 1082
25 Alimentarea . . . . . 1122
26 Carcasele . . . . . 1164
Index . . . . . 1185

# Prefață

Nu a trecut prea mult de la publicarea versiunii anterioare a cărții *Totul despre hardware* și calculatoarele personale și domeniul care le-a creat au suferit schimbări neașteptate. Cea mai dramatică a fost scăderea prețului calculatoarelor personale. Cine s-ar fi așteptat să primească un PC gratuit, chiar și numai cu doi ani în urmă? În prezent, prețurile scăzute sunt ceva obișnuit. PC-urile sunt suficient de ieftine pentru a fi oferite drept cadouri promoționale. Puteți să ieșiți dintr-un magazin cu un sistem pentru care ați plătit mai puțin de 300$ sau să limitați nota de plată la 2000$, chiar dacă alegeți cel mai nou și mai performant microprocesor. Deși sistemele notebook sunt în continuare scumpe – o criză temporară de ecrane de afișare la începutul anului 1999 a contribuit la menținerea acestei situații – și prețurile acestora au scăzut. Indiferent cum faceți socotelile, un PC este mai aproape ca niciodată de un prăjitor de pâine – îndelung așteptatul instrument informatic, obiectul de uz curent pentru prelucrarea datelor, rămânând însă o minune digitală.

Scăderea prețurilor este determinată, desigur, de dezvoltările tehnologice, adică tocmai factorul care a condus la apariția calculatoarelor personale. Totuși, în prezent, calculatorul personal reprezintă o tehnologie matură. Spre deosebire de ceea ce se întâmpla acum zece ani, acum puteți să cumpărați un PC din magazin și să vă așteptați să funcționeze la fel ca și celelalte – rulând programele atât de repede încât amețiți tocmai atunci când căutați motive ca să cumpărați un calculator și mai rapid. Desigur, Windows se va bloca pe la jumătatea după-amiezii, ca întotdeauna, dar cauza nu va mai fi o problemă de compatibilitate sau selectarea inadecvată a produselor software. Aproape toate temerile nejustificate legate de selectarea componentelor au dispărut, așa că prețul poate fi principalul criteriu – unul foarte tentant, de altfel.

Doi factori principali au condus la ieftinirea calculatoarelor personale – comercializarea pe scară largă și miniaturizarea. Reducerea componentelor electronice principale ale unui calculator la un pumn de cipuri face ca întregul sistem să fie mai ieftin. Comercializarea în masă – cererea și vânzările masive – au furnizat puterea economică necesară miniaturizării și economicității. Nici unul dintre acești factori nu a modificat tehnologia de bază – PC-uri mai mici și mai numeroase funcționează la fel ca în trecut. Și atunci, de ce ar avea cineva nevoie de o nouă ediție a unei cărți despre aceste tehnologii care oferă putere PC-urilor?

Deoarece trecerea în noul mileniu marchează și o schimbare în lumea calculatoarelor personale. După două decenii de la revoluția declanșată de PC-uri, tehnologia calculatoarelor personale este impulsionată să facă cea mai spectaculoasă schimbare de la origini și până în prezent. În sfârșit, domeniul calculatoarelor este pe cale de a se rupe de rădăcini. Cea mai mare parte a modelului primului PC, care timp de 20 de ani a fost inima tuturor calculatoarelor personale, este pe cale să fie dată deoparte pentru a face loc noilor idei și tehnologii. Calculatoarele personale de mâine vor fi mașini noi și nobile, eliberate de piedicile modelului PC original. Totuși, sistemele actuale se află undeva între cele două generații și combină noul cu vechiul – noul pentru a deschide calea în noul mileniu și vechiul pentru a menține în funcțiune echipamentele periferice și programele învechite. Ultimele elemente de compatibilitate înapoi vor fi păstrate numai până când veți vedea cât de inutil este să vă cramponați de dispozitivele vechi și lente, care nu reprezintă nici un profit potențial pentru industria calculatoarelor personale. Cu alte cuvinte, această ediție este o carte despre PC-urile în tranziție.

Cele mai multe dintre tehnologiile care stau la baza marilor schimbări nu sunt cu adevărat noi, cel puțin pentru cei care au citit ediția anterioară a acestei cărți. De exemplu, am discutat despre FireWire și USB – noile interfețe care vor da forță revoluției PC – atât în ediția anterioară, cât și aici. Problema este că echipamentele hardware și standardele au luat-o înaintea produselor software. Suportul pentru interfețele FireWire și USB a depășit sistemele de operare. Primul sistem de operare cu suport nativ pentru noile standarde de interfață este Windows 2000. (S-ar putea ca a doua ediție a sistemului de operare Windows 98 să apară ceva mai devreme cu îmbunătățiri similare.) O dată cu noile produse software vor apărea și mult-prezisele schimbări – și motivul pentru publicarea unei noi ediții.

Și alte schimbări impun atenția unei noi ediții. PCI aproape a înlocuit ISA ca standard de magistrală. Nu numai cantitatea de memorie pe care vă așteptați să o găsiți într-un calculator a crescut, dar și tehnologia care stă la baza acesteia s-a schimbat. În locul memoriilor DRAM sincrone (Synchronous DRAM) care domină în prezent noile PC-uri, în curând veți dori memorii Rambus – și veți avea nevoie de acestea, precum și de viteza de 133 MHz sau mai mare pe care o promit, pentru atingerea unor noi limite de performanță. Și capacitatea discurilor crește rapid, depășind noi bariere. Sisteme de conectare mai noi, cu viteză mai mare, sunt pregătite pentru conectarea la calculator a unor discuri din ce în ce mai rapide – standarde de conectare cu nume precum UDMA/66. Unitățile de DVD vor deveni în curând un echipament standard pentru orice sistem. Monitoarele cu ecran plat sunt din ce în ce mai răspândite. Modemurile analogice își pregătesc cântecul de lebădă. Aparatele foto digitale sunt acum cel mai la modă echipament periferic, chiar și numai pentru a include câteva fotografii într-o ofertă electronică.

Marile firme din domeniul tehnologiei pentru PC-uri știu că trebuie să fie într-o continuă mișcare ca să supraviețuiască. Iar *dumneavoastră* aveți nevoie de un punct de sprijin ca să vă mențineți cu câțiva pași înaintea lor. Iată pentru ce există această carte.

Din punctul meu de vedere, aceasta a fost o fericită revizuire a cărții. Nu înseamnă că a fost și ușoară. A te menține în actualitate nu este niciodată ușor, și de această dată a însemnat eliminarea unor capitole și reorganizarea altora (și, într-o anumită măsură, a întregii cărți). Dar a fost și una dintre cele mai iluminate revizuiri. În locul eliminării materialului pentru menținerea unei dimensiuni acceptabile, cartea a fost astfel organizată încât lucrurile sunt păstrate sub control. Scopul a fost accesibilitatea, păstrând detaliile – atât text, cât și tabele – în afara cursului principal și rezervându-le pentru formatul electronic.

Este vorba de situl Web *Hardware Bible* (aflat, cum era de așteptat, la adresa `www.hardwarebible.com`). Datorită colaborării oferite de editor, textul complet al cărții este acum disponibil on-line, la o adresă protejată prin parolă, pe un sit la care accesul este permis numai celor care au și cartea.[1] Ca urmare, prin Internet aveți la dispoziție textul cărții și un mare număr de anexe.[2] Mai mult decât atât, pe măsură ce capitolele sunt actualizate și revizuite, modificările vor apărea on-line și vă veți putea menține la curent. Atât timp cât aveți cartea la îndemână, aveți acces și la situl on-line – cel puțin până la apariția unei noi ediții (care va încorpora toate aceste modificări și probabil multe altele).

---

1 Parola de acces la textul on-line este un cuvânt din versiunea originală a cărții. La terminarea traducerii, parola era „jumpers“, dar aceasta este schimbată periodic. (n. trad.)

2 Este vorba de textul cărții în original. (n. red.)

Așadar, ce s-a schimbat în noua ediție? Aș putea să vă spun că trebuie să citiți cartea ca să aflați, dar aceasta nu ar fi o încurajare. În spiritul știrilor de televiziune, iată câteva indicații care vă vor face să rămâneți pe frecvența noastră:

Un ghid pentru ediția a doua:

- Capitolul 1 rămâne o introducere în elementele de bază ale calculatoarelor personale, dar s-a schimbat radical. Pentru ca explicația să fie mai logică, am început această carte despre hardware cu o discuție despre software. Apoi am continuat drumul prin legăturile dintre hardware și software, ajungând la elementele hardware propriu-zise.

- Capitolul 2, „Plăcile sistemului“, prezintă acum toate plăcile de circuite din PC-ul dumneavoastră. În acest capitol, accentul este pus pe construcția circuitelor electronice moderne, modul în care placa de bază ține laolaltă întregul PC și modul în care plăcile de extensie sunt adăugate în sistem.

- Capitolul 3, „Microprocesoare“, realizează o actualizare, care include ultimele microprocesoare produse de Intel, AMD, Cyrix și Centaur. În plus, am reorganizat capitolul pentru a-l face mai ușor de citit, renunțând la prezentarea microprocesoarelor mai vechi, dar păstrând partea de istoric, pentru a explica de ce microprocesoarele actuale sunt așa cum sunt.

- Capitolul 4, „Memoria“, se concentrează asupra noilor tehnologii și trece de la cipuri la module. Sunt prezentate diferite tipuri de memorii, inclusiv ultimele memorii RIMM (prescurtarea de la Rambus In-line Memory Module, dacă nu puteți să așteptați până citiți cartea).

- Capitolul 5, „Sistemul BIOS“, admite că este un exercițiu de irelevanță, luând în considerare faptul că sistemele de operare actuale preiau puterea și mijloacele oferite anterior de BIOS. Desigur, veți găsi o explicație a modului în care pornește un PC și veți vedea ce face acesta până când sistemul de operare preia controlul. Ulterior în carte sunt discutate tendințele de dezvoltare ale modelului BIOS, până la tehnologia Plug-and-Play, la care se adaugă o trimitere la ACPI.

- Capitolul 6, „Seturi de cipuri“, se concentrează asupra produselor actuale și lasă deoparte aspectele mai puțin relevante ale istoriei PC-urilor. Punctul central este arhitectura bazată pe magistrala PCI, care servește ca fundație pentru calculatoarele personale moderne. De asemenea, am clarificat câteva elemente confuze legate de partajarea întreruperilor, eliminând o greșeală din ediția anterioară.

- Capitolul 7, „Magistrala de extensie“, dezvoltă prezentarea magistralelor PCI și CardBus, pregătind aruncarea magistralei ISA la coșul elementelor învechite. În ciuda modificărilor făcute, încă găsiți o explicație completă a modului în care funcționează magistrala de extensie.

- Capitolul 8, „Tehnologii de stocare masivă“, este construit pe fundația ediției anterioare, crescând de câteva ori valorile din discuțiile despre gigaocteți și actualizând subiecte precum tehnologiile RAID.

- Capitolul 9, „Interfețele de stocare“, prezintă acum noi moduri, introduse de standardele ATA-5 și SPI-2, și corectează câteva inexactități din ediția anterioară – legate, în principal, de caracteristici specifice incluse în standarde – cauzate de faptul că unele standarde au fost prezentate înainte de a fi aprobate. Și în această ediție sunt prezentate câteva standarde înainte ca acestea să fie adoptate, cum ar fi ATA la 66 MHz și Ultra 160m SCSI.

• Capitolul 10, „Hard-discurile“, a fost reorganizat, astfel încât aspectele irelevante pentru PC-urile moderne au fost păstrate doar în anexele de pe situl Web.

• Capitolul 11, „Dischetele“, tratează ultimele unități de capacitate mare, inclusiv 120MB SuperDisk, sistemul Fuji/Sony 200MB HiFD și discurile ZIP de 250 MB.

• Capitolul 12, „Compact-discurile“, a fost rescris în întregime, astfel încât să ofere o prezentare mai coerentă a celor două tehnologii. Capitolul include ultimele informații disponibile despre discurile DVD care pot fi înregistrate sau rescrise și despre unitățile de disc corespunzătoare. De asemenea, include o primă prezentare a noilor standarde DVD-Audio și Super Audio CD.

• Capitolul 13, „Benzile magnetice“, încă salută cu respect vechile tehnologii, dar remarcă elementele noi și toate eforturile făcute pentru menținerea în viață a acestui antic mediu de stocare. Am adăugat informații despre formatele Linear Tape Open (Accelis și Ultrium) și Advanced Intelligent Tape, păstrând și elementele de bază despre formatele mai vechi care sunt încă disponibile.

• Capitolul 14, „Dispozitivele de intrare“, spune „la revedere“ tehnologiilor învechite (cum ar fi tastaturile capacitive) și adaugă suportul USB. Un alt element nou este discuția îmbunătățită despre dispozitivele de indicare folosite de PC-urile notebook.

• Capitolul 15, „Dispozitivele grafice“, este complet nou, adăugând o discuție despre aparatele foto digitale și o prezentare actualizată a scannerelor (preluată din capitolul anterior).

• Capitolul 16, „Sistemul de afișare“, prezintă în continuare elementele de bază ale creării imaginilor, dar abordează și aspecte noi, generate de folosirea acceleratoarelor de grafică și de cerințele datelor multimedia. De asemenea, include o prezentare mai cuprinzătoare a tehnologiei video.

• Capitolul 17, „Adaptoarele de afișare“, reduce prezentarea sistemelor de afișare învechite și se concentrează asupra adaptoarelor de grafică moderne.

• Capitolul 18, „Displayurile“, ilustrează mai multe aspecte implicate de tehnologia CRT, dar pune accentul pe ecranele LCD și pe o nouă tehnologie, numită FED, care promite să înlocuiască ecranele CRT și LCD. De asemenea, sperăm că avem ultimul cuvânt privind noile sisteme de conectare pentru monitoarele desktop LCD digitale.

• Capitolul 19, „Sistemul audio“, prezintă tot ceea ce vreți să auziți de la calculatorul dumneavoastră, de la microfoane la difuzoare, punând accent pe tehnologiile de comprimare, precum omniprezentele MP3. Am renunțat la secțiunea despre MIDI.

• Capitolul 20, „Porturile periferice“, examinează porturile desemnate ca standard în următoarea generație PC – USB și FireWire – precum și porturile IrDA. Vechile modele de porturi, atât seriale cât și paralele, au fost mutate în ...

• ... Capitolul 21, „Porturile moștenite“, care acoperă familiarele modele RS-232C și paralel (de la Centronics la ECP). Deși ultimele standarde pentru PC-uri cer eliminarea acestor porturi, existența a milioane de porturi nu ne permite să le ignorăm, așa că le găsiți aici.

• Capitolul 22, „Telecomunicațiile“, raționalizează prezentarea modemurilor analogice, până la tehnologia V.90, și aprofundează prezentarea standardelor digitale (mai precis DSL).

• Capitolul 23, „Lucrul în rețea“, schițează elementele de bază pe care trebuie să le cunoașteți pentru construirea unei mici rețele la birou sau acasă.

• Capitolul 24, „Tipărirea“, reflectă schimbările apărute în ultimii ani în tehnologiile de imprimare – multe îmbunătățiri incrementale, dar puține schimbări radicale.

• Capitolul 25, „Alimentarea“, actualizează versiunea anterioară și include discuții despre ultimele standarde, de la APM și ACPI la Smart Battery, precum și despre materiale de protecție familiare.

• Capitolul 26, „Carcasele“, trece la partea vizibilă și discută aspectele care privesc împachetarea PC-urilor, incluzând o scurtă prezentare a standardului Device Bay, aflat în curs de dezvoltare.

Ca întotdeauna, împreună cu redactorul cărții, am făcut tot posibilul ca informațiile pe care le găsiți să fie cât mai corecte. Cea mai mare parte a materialului provine de la experții în domeniu, care lucrează în fiecare zi cu aceste tehnologii, precum și din standarde oficiale (sau din propuneri pentru standarde). Cartea a fost corectată de cel puțin două ori și verificată de alți experți. Dacă nu este de ajuns, am inclus modalități de contact cu organizațiile care controlează standardele importante, astfel încât puteți să căutați singur mai multe detalii. Admitem că din carte lipsește textul pur scolastic, cu artificiile acestuia – note de subsol, note de sfârșit și altele de acest gen – dar lipsa este compensată prin accesibilitate. În definitiv, informațiile pe care le puteți înțelege sunt mai valoroase decât detaliile pe care nu le puteți cuprinde.

Ca întotdeauna, puteți să vă bazați pe numele și datele furnizate aici. Nici o dată nu este menționată fără a fi verificată. Acestea reflectă datele la care au fost dezvoltate sau publicate standarde sau tehnologii, fiind explicit menționat acest lucru. Acolo unde numele sunt deseori uitate, am făcut un efort de a recunoaște meritele multora dintre invențiile minore care au făcut posibil succesul actual al calculatoarelor personale. Acolo unde a fost posibil, am făcut referire la adresele URL ale siturilor Web curente (și testate) în momentul scrierii cărții.

Această carte a avut de la bun început două scopuri: în primul rând, este un text introductiv care ajută pe oricine să înțeleagă PC-urile și modul de funcționare a acestora. Dar după ce înțelegeți ce se întâmplă înăuntru, cartea continuă să servească drept ghid de referință pentru PC-uri. Am încercat să o actualizez în ambele direcții și să o mențin relevantă în lumea radical schimbată a calculatoarelor. Așa încât, dacă aveți nevoie de un răspuns despre calculatoarele personale, despre cum funcționează, cum să le faceți să funcționeze sau când au început să funcționeze, îl veți găsi cu siguranță aici.

# Introducere

Nu aveți nevoie de nimeni, și în special nu de o carte pretențioasă, ca să vă spună ce este un PC. Deja știți. Un PC înseamnă navigare în Web. Trimiterea și primirea mesajelor electronice. Redactarea scrisorilor și a temelor pentru școală sau a notelor și rapoartelor pentru serviciu. Analiza acțiunilor în care ați investit înaintea pensionării sau a firmei de mai multe milioane de dolari pe care compania dumneavoastră vrea să o cumpere. Corectarea fotografiilor, editarea secvențelor video, colecționarea melodiilor în format MP3 și, când nu aveți chef de altceva, alungarea extratereștrilor înapoi de unde au venit – mai degrabă dintr-o cutie cumpărată dintr-un magazin de software decât de pe o planetă îndepărtată. Distilat până la esență, un PC este ceva cu care trebuie să vă descurcați în lumea modernă. Și poate chiar ceva ce trebuie să cărați cu dumneavoastră oriunde vă duceți.

Deși calculatorul personal este într-adevăr toate aceste lucruri – și multe altele – este și altceva. Mai mult decât mijlocul de atingere a unui scop, un PC este un obiect fizic. Este un pachet de metal, plastic, vopsea și siliciu care stă pe birou sau lângă acesta, pe genunchii dumneavoastră sau pe masa de bucătărie, după ce curățați resturile de la cină. Are un ecran colorat cu care vă vrăjește și, pentru degete, un set de butoane cu arc, numit tastatură. În interior este umplut cu circuite conținând mai multe joncțiuni de tranzistoare decât ați putea număra în jumătate de viață, o capodoperă tehnică ce ar putea rivaliza din punct de vedere al complexității cu rachetele Saturn V care au dus aspirațiile umane și astronauții până pe Lună și înapoi. (Trebuie spus însă că astronauții au făcut curajoasa călătorie fără ajutorul PC-urilor sau al microprocesoarelor. Lucrurile *erau* mai simple pe atunci.)

Așa cum se întâmplă și cu alte mari invenții ale umanității, calculatorul personal și tehnologiile dezvoltate în jurul acestuia nu sunt doar pe cale de a schimba cursul civilizației, ci deja au făcut-o. De două decenii, PC-urile afectează modul în care oamenii muncesc și se distrează. Ca și cum ar fi o formă de viață bazată pe siliciu, calculatoarele s-au strecurat în viața noastră de zi cu zi. Chiar și miopii admit că PC-urile au schimbat modul în care vedem lumea, comunicăm și gândim. Lucrul cel mai spectaculos este că PC-urile au schimbat până și modul în care *ne facem cumpărăturile*.

Într-adevăr, misterul care înconjura calculatorul personal a dispărut și probabil este timpul să depășim clișeele clasice. Știți care sunt acestea. PC-ul pe care astăzi îl puteți ține într-o mână este la fel de puternic ca și calculatoarele de mărimea unei nave de război din anii ’50 (da, existau nave de război în anii ’50) care consumau tot atâta energie cât toate fabricile din America de Nord puse la un loc – ceea ce probabil nu ar fi prea mult, deoarece acestea ar ieși destul de mototolite din procesul de combinare. Nu mai este nevoie să apelați la sfaturile unui guru ca să cumpărați un calculator. Puteți să cumpărați un PC din aceleași magazine din care cumpărați scule de pescuit, ciorapi sau mașini de spălat vase. Copiii dumneavoastră – sau poate chiar dumneavoastră – probabil nici nu știu cum ar arăta lumea *fără* calculatoare.

Unul dintre cele mai importante motive ale acestei popularități este faptul că PC-urile au devenit atât de ușor de folosit. Mișcați puțin mouse-ul și puteți să editați o secvență video sau să trimiteți un mesaj electronic emirului din Bahrain. Învățați să folosiți un singur program și deja aveți o imagine solidă a modului în care funcționează *toate* celelalte.

Dar această ușurință de folosire nu este decât o imensă fațadă. În spatele scenei, atât programele, cât și calculatoarele necesare pentru a le rula sunt mult mai complicate

decât produsele, oricum complexe, de acum câțiva ani. În ultimul deceniu, programele au evoluat de o mie de ori și, din fericire, calculatoarele sunt de o mie de ori mai puternice. Este o minune, dacă nu chiar un miracol – presupunând, desigur, că aveți deja calculatorul potrivit pentru programul pe care vreți să îl rulați.

Totuși, dacă vreți să cumpărați pentru prima dată un calculator nou, să înlocuiți mașinăria arhaică pe care o aveți deja sau să adăugați noi posibilități unui PC nou sau mai vechi, complexitatea suplimentară nu poate face fericit decât un producător de analgezice. Durerile de cap vi se vor înmulți mai repede decât iepurii care au nimerit într-un depozit de Viagra. Va trebui să faceți față unei terminologii ce pare creată numai cu scopul de a vă deruta și unor tehnologii mai complicate decât mecanica cuantică – de fapt, unele se bazează chiar pe principii cuantice.

Dacă încercați să cumpărați un PC fără să știți ce faceți, este ca și cum v-ați publica numărul cărții de credit în Web. Aventurarea într-un magazin de calculatoare sau în departamentul de produse electronice începe să semene cu o călătorie prin Antarctica – având ca unic ghid vânzătorul, care are mai degrabă intenția de a vă fura agoniseala decât de a vă asigura supraviețuirea. Încercați să adăugați un nou accesoriu la sistem fără să știți cum funcționează și cum se conectează la PC și puteți fi sigur că nu veți mai avea nici o seară liberă timp de câteva luni.

Mai mult, dacă nu înțelegeți sistemul și tehnologiile care stau la baza acestuia, probabil nu veți profita de toată puterea PC-ului. Nu veți putea să îi adăugați nimic și să îl faceți mai puternic. Probabil nici nu veți ști să folosiți tot ce aveți în sistem. Cu siguranță nu veți ști dacă ați cumpărat cel mai bun calculator pentru ceea ce aveți nevoie sau dacă ați luat la supraprețo mașinărie care nu poate face nici măcar ceea ce fac modelele mai simple.

Scopul acestei cărți este să vă facă să înțelegeți calculatorul personal pe care îl aveți sau îl veți avea, astfel încât să îl puteți folosi, în loc să vă fie teamă de acesta. Astfel încât să puteți cumpăra cu înțelepciune și să completați sistemul în mod inteligent. Astfel încât să stăpâniți un instrument modern, care a devenit o parte a tuturor ocupațiilor și profesiilor. Astfel încât să știți nu numai ce trebuie să faceți, ci și de ce trebuie să procedați astfel.

Acest text încearcă să vă formeze o imagine generală a ceea ce intră în compunerea unui sistem de calcul. Vă va oferi o bază suficientă privind modul de funcționare a mașinii, astfel încât să puteți înțelege ce faceți dacă vreți să săpați mai adânc și să personalizați, să extindeți sau să îmbunătățiți sistemul. Mai important decât orice, veți putea să cumpărați un nou PC într-un mod mai inteligent și să selectați cele mai bune echipamente periferice, în funcție de calculator și de ceea ce aveți nevoie.

În plus, graficele și tabelele vă oferă materialele de referință de care aveți nevoie ca să vă folosiți cunoștințele în perspectivă. Pe lângă faptul că puteți să identificați datele la care s-au obținut anumite realizări tehnologice, să găsiți conexiunile de care aveți nevoie pentru legarea unei imprimante sau a unui modem și să aflați sensul unui anumit termen tehnic, această carte vă va ajuta să înțelegeți conceptele generale ale unui calculator personal și vă va oferi informațiile de care aveți nevoie pentru alegerea unui calculator și a echipamentelor periferice. Pe măsură ce vă familiarizați cu sistemul, această carte vă servește ca ghid. Vă poate ajuta chiar și să vă fabricați propriile adaptoare și cabluri, dacă nu vă deranjează să vă murdăriți puțin pe mâini.

Calculatorul nu este ceva de care să vă fie teamă și nu trebuie să fie un mister. Este o mașină, și chiar una destul de simplă. O mașină pe care puteți învăța să o stăpâniți, în cele câteva ore de care aveți nevoie ca să citiți această carte.

# Capitolul 1
# Elemente de bază

*Instalarea unui PC înseamnă mai mult decât simpla așezare a acestuia pe birou sau pe genunchi. Trebuie să înțelegeți ce face și ce poate face calculatorul – scopul acestuia. Ceea ce face un PC este să ruleze programe, iar programele rezolvă problemele pentru care ați cumpărat calculatorul. Acest capitol vă oferă o prezentare generală a ceea ce este un PC din punctul de vedere a ceea ce face acesta. Vom discuta mai întâi despre software, apoi despre modul în care lucrează împreună componentele software și hardware, despre diferitele componente hardware ale unui PC și despre tehnologiile care stau la baza acestora. Scopul capitolului este crearea unei perspective, astfel încât să vă formați o imagine generală asupra modului în care diferitele părți ale unui calculator lucrează împreună. Restul acestei cărți furnizează detaliile.*

| Ce este și ce nu este un PC – definiții pentru dispozitivele înrudite | |
|---|---|
| Calculator personal | Un calculator proiectat pentru a fi folosit de o singură persoană. Un PC este definit de cinci caracteristici. Este *interactiv* și răspunde imediat la comenzile dumneavoastră. Este *dedicat* unei singure persoane, nu pentru a partaja simultan puterea de calcul între mai mulți utilizatori. Este *programabil*, permițând programelor să definească modul în care lucrează și ceea ce face calculatorul. Este *conectabil*, permițându-vă să vă conectați cu alte PC-uri sau la World Wide Web. Este *accesibil*, permițând oricui să învețe repede cum să îl folosească și cum să preia controlul. |
| Stație de lucru (Workstation) | În unele cercuri, termenul „stație de lucru“ este rezervat pentru un PC conectat la un server de rețea. Într-o altă accepțiune, termenul „stație de lucru“ se referă la calculatoare puternice, specializate, folosite de o singură persoană. De exemplu, o stație de lucru grafică este, de obicei, un calculator puternic destinat manipulării cu viteză foarte mare a desenelor tehnice sau a imaginilor video. |
| Server | Definește mai degrabă o funcție decât o anumită tehnologie sau un mod de proiectare pentru PC-uri. Un server este un calculator care pune la dispoziție resurse ce pot fi folosite în comun de alte calculatoare. Printre aceste resurse se numără fișiere, cum ar fi programe, baze de date și biblioteci; dispozitive de ieșire, cum ar fi imprimante, plottere și echipamente de înregistrare pe peliculă; dispozitive de comunicații, cum ar fi modemuri și echipamente de acces la Internet. |
| Calculatoare personale interactive simple | La începutul anului 1996, Microsoft a inventat termenul SIPC, prescurtarea de la *Simply Interactive Personal Computer (Calculatoare personale interactive simple)* – viziunea gigantului software despre ceea ce va deveni în final calculatorul casnic[1]. Ideea era că SIPC va deveni un mijloc de petrecere a timpului și o parte a sistemului electronic casnic, dacă nu chiar un asemenea sistem complet. |

1 Calculatorul casnic (home computer) este un calculator personal proiectat și realizat la un preț care permite cumpărarea în vederea utilizării în locuința proprie. (n. trad.)

| | |
|---|---|
| Calculator de rețea | Abreviat uneori NC (Network Computer), calculatorul de rețea a fost conceput ca o variantă redusă a unui PC, având ca scop principal realizarea conexiunilor la Internet. Calculatorul de rețea este înrudit cu modulul *set-top*[1], care a fost proiectat ca o conexiune Internet ce folosea pentru afișare televizorul; calculatorul de rețea păstrează însă mai multe dintre caracteristicile calculatoarelor personale. |
| NetPC | Un efort întreprins de principalele companii din domeniu, Intel și Microsoft (susținute de Compaq Computer Corporation, Dell Computer Corporation și Hewlett-Packard Company), pentru crearea unui calculator specializat pentru afaceri, astfel încât să fie redus costul total al folosirii și întreținerii calculatoarelor de dimensiuni mici. Definiția unui sistem NetPC adaugă modernizarea realizată prin intermediul unei rețele și elimină elemente precum unitățile de dischetă și magistrala de extensie ISA. |
| Sisteme numerice de control | Un sistem numeric de control (NCS – numerical control system) este un PC proiectat pentru medii speciale, cum ar fi fabricile sau atelierele mecanice. Un termen des folosit cu privire la construirea sistemelor numerice de control este *„durabilizarea“*, ceea ce înseamnă că un astfel de PC este făcut aproape indestructibil, folosind o carcasă groasă de aluminiu sau oțel, închisă ermetic pentru protejarea împotriva uleiului, așchiilor, prafului și mizeriei. |
| Notebook | Un PC reasamblat în vederea portabilității, incluzând elementele de prelucrare, memoria, sistemul de afișare, tastatura și o sursă de energie stocată (baterii). |
| Sub-notebook | Un PC portabil care cântărește mai puțin de 2,5 kg, fiind un dispozitiv specializat, destinat mai degrabă completării decât înlocuirii unui sistem desktop. |
| Asistent digital personal (Personal Digital Assistant) | Termen general pentru două tipuri de dispozitive de dimensiuni mici, care nu ajung la nivelul unui PC. Calculatoarele *palmtop* vă încap în mână și au ca element principal un ecran sensibil la atingere, care permite introducerea informațiilor cu ajutorul unui toc. Un PC *handheld* seamănă foarte mult cu un PC în miniatură, având tastatură și ecran, ambele reduse ca dimensiuni. Acesta este, în același timp, un dispozitiv de intrare și de ieșire, fiind astfel un calculator complet. |

Dacă există ceva care îndepărtează oamenii de încercarea de a înțelege PC-urile, este elementul mistic din jurul calculatoarelor. Acesta este praful pe care presupușii guru vi-l aruncă în ochi ca să-și acopere propria teamă și lipsă de înțelegere.

Cu mult timp în urmă, acești specialiști autoproclamați au creat imagini ale calculatorului ca o mașină gânditoare, ceva mai inteligent decât dumneavoastră și dincolo de înțelegerea oamenilor. Aceștia au convins majoritatea oamenilor că un calculator de orice fel este o mașină cu un creier electronic; urmând această logică, rezultă imediat că utilizarea unei astfel de mașini este o sarcină la fel de delicată, solicitantă și tulburătoare ca și operațiile pe creier.

1 Modul set-top (set-top box) este un dispozitiv proiectat inițial pentru convertirea semnalului de televiziune prin cablu în semnal acceptat de intrarea televizorului. Ulterior a fost adaptat pentru a permite accesul la Internet.

Acei guru vor să credeți că mașinile lor gânditoare sunt în mod inerent incognoscibile, ceva care operează la fel de insondabil ca și mintea umană – ceva ce nu puteți să stăpâniți deoarece sunteți, în definitiv, doar un muritor de rând, nu un guru al calculatoarelor. Vor să credeți că trebuie să consultați un expert înainte de a cumpăra unul dintre aceste misterioase dispozitive, să plătiți pe cineva care să le îngrijească și să le hrănească și să vă sfătuiți cu cineva înainte de a face cea mai mică modificare sau chiar înainte de a le folosi. Nu surprinde pe nimeni faptul că acest cineva seamănă chiar cu acel guru care vă umple mintea cu asemenea gânduri și vă golește buzunarele.

Nu credeți nici un cuvânt! Nici un calculator, de orice tip, nu se apropie de gândirea umană mai mult decât o face un prăjitor de pâine. Calculatoarele gândesc la fel ca și fișetele sau aparatele de socotit – departe de modul în care o faceți dumneavoastră sau a făcut-o Albert Einstein. Calculatorul nu are emoții sau motivații. Acesta nu face nimic de la sine, fără instrucțiuni explicite, care specifică fiecare pas ce trebuie executat. Mai mult, un PC nu are unde cerebrale. Impulsurile care călătoresc printr-un calculator nu sunt un amestec ciudat de substanțe chimice și activitate electrică. Calculatorul folosește impulsuri electrice simple, bine înțelese și atent controlate. Funcționarea internă a unui calculator este probabil mai bine înțeleasă decât flacăra aparent simplă din motorul cu combustie internă al mașinii dumneavoastră. Nimic misterios nu se ascunde în mașina gânditoare numită calculator.

Și totuși, PC-urile sunt minunate, datorită modalităților prin care vă fac viața și munca mai ușoare și, uneori, mai distractive. Devenind din ce în ce mai puternice în ultimii ani, calculatoarele au devenit din ce în ce mai minunate, preluând noi sarcini, precum editarea informațiilor video și navigarea în Web sau rularea unor jocuri care tind să devină mai realiste decât însăși realitatea.

Dar PC-urile nu sunt minunate doar fiindcă sunt atât de puternice. Sunt remarcabile deoarece sunt atât de *utile.* Toată puterea unui PC este importantă deoarece vă permite să faceți atât de multe lucruri. Și tocmai aceasta este esența. Un PC este un instrument, o modalitate de a face ceea ce vreți să faceți. Și nu este vorba numai de muncă.

Ceea ce face ca un PC să fie util nu este partea hardware. Fără nici un ajutor, un PC este mai leneș decât o zi fierbinte de vară la țară. Nu face nimic altceva decât ceea ce îi spuneți să facă. Departe de a-și folosi vasta inteligență într-un complot pentru preluarea controlului asupra lumii, a unei nave spațiale sau a timpului dumneavoastră liber, un PC nu este câtuși de puțin imaginativ. Nu face decât să vă aștepte ordinele și să le execute ca un sclav. Nici măcar unul dintre toate PC-urile din întreaga lume nu a avut vreodată un gând original. Tot ceea ce fac PC-urile s-a născut în mintea umană.

În loc să creeze noi idei, PC-ul vă ajută să dați viață ideilor – captează cuvinte, redă imagini, controlează alte mașini. Calculatorul personal este o extensie a posibilităților umane, care vă permite să vă depășiți limitele. Într-un cuvânt, calculatorul personal este o unealtă. Ca orice unealtă, de la toporul de piatră la ultimele aparate de bucătărie, calculatorul personal vă ajută să atingeți un anumit scop. Vă face munca mai ușoară păstrându-vă agenda de lucru, organizându-vă inventarele, urmărindu-vă veniturile sau îmbunătățindu-vă vocabularul și gramatica. Cu ajutorul unui calculator, lucruri altfel imposibile, cum ar fi conectarea la Internet, devin simple și deseori chiar amuzante.

Înainte de a putea să înțelegeți din ce este format un PC, cum să îl faceți să funcționeze și cum puteți să lucrați mai bine, trebuie să știți ce este un PC. Aici vă ajută acest capitol. Vom începe pe calea tradițională, la început cu câțiva pași șovăitori, apoi cu din ce în ce mai multă siguranță, trecând de la ceea ce știm la jungla întunecată a necunoscutului.

Vom începe cu ceea ce vedeți și cu ceea ce faceți cu calculatorul personal, cu ceea ce face utilă această mașină: sarcinile pe care le îndeplinește – cu partea *software*. Apoi ne vom adânci în modalitățile prin care un PC își face treaba, în ceea ce face calculatorul să funcționeze, corpul fizic necesar pentru executarea acțiunilor unui calculator – partea *hardware*. În continuare, vom pune laolaltă aceste elemente, combinând scopurile și ideile cu realitatea fizică, și vom discuta legătura dintre software și hardware, care transformă PC-ul în ceva viabil și util. În sfârșit, vom studia PC-ul prin ceea ce este – un sistem, o unealtă, un lucru pe care puteți să îl cumpărați și să îl folosiți.

## Componenta software

Aceasta chiar este o surpriză – o carte despre hardware care, cu mult înainte de a aminti despre minusculele componente electronice din cutia metalică, discută despre software. Nu a fost întotdeauna așa (uitați-vă în prima ediție a cărții!), dar astăzi lumea este diferită. Vremurile în care cumpărați un calculator doar din dorința de a-l avea sunt demult trecute. Pasionații nu mai salivează cu gândul la megaherți și stări de așteptare. Sistemul de calcul nu mai este un simbol al stării sociale, nici puterea microprocesorului o măsură a virilității. Calculatorul și-a pierdut locul de pe piedestal și a ajuns pe genunchii dumneavoastră. Pentru mulți oameni, cea mai importantă întrebare despre hardware este dacă mașina poate să ruleze Netscape sau ultima versiune a unui joc preferat, cum ar fi *Cyberpunk Christmas*. Calculatorul nu este un scop în sine, ci un mijloc de a atinge un scop – iar scopul este rularea programelor.

Cuvântul software nu descrie un singur lucru. Prin software se înțelege mai mult decât cutia pe care o cumpărați și micul disc argintiu din aceasta. Software înseamnă o întreagă tehnologie, care cuprinde nu numai ceea ce vedeți atunci când folosiți calculatorul, ci și o mulțime de evenimente invizibile, ascunse dincolo de suprafață. Un PC modern rulează simultan mai multe programe, chiar și atunci când dumneavoastră credeți că folosiți un singur program – și chiar atunci când credeți că nu rulați nici un program. Aceste programe operează la diferite niveluri, fiecare îndeplinindu-și funcțiile specifice, interconectându-se prin legături invizibile pentru a vă da impresia că lucrați pe o mașină cu o funcționare fără sincope.

Ceea ce vedeți pe ecran sunt numai cele mai evidente dintre produsele software, *aplicațiile*, programe precum Myst sau Office, pe care le cumpărați și le instalați pe calculator și care își afișează cu mândrie numele pe ecran de fiecare dată când le lansați în execuție. Dar aceasta nu este totul. Strâns legate de aplicații sunt *utilitarele*, pe care le folosiți ca să mențineți buna funcționare a calculatorului, să vă protejați în cazul unor dezastre și să automatizați operațiile care se repetă. Și mai jos, *sistemul de operare* conectează aplicațiile și utilitarele între ele și cu componentele hardware. La nivelul sistemului de operare sau mai jos de acesta folosiți *limbajele de programare* ca să spuneți calculatorului ce să facă. Folosind limbajul de programare potrivit puteți să scrieți aplicații, utilitare și chiar un sistem de operare propriu.

### Definiții

Termenul software provine de la ceea ce nu este. Nu este hardware. Tot ce nu este hard este soft, și de aici și numele *software*. Mai întâi a apărut partea hardware – pur și simplu deoarece realitatea fizică a mașinilor și uneltelor a existat cu mult înainte să se fi gândit cineva la calculatoare sau la conceptul de programare. Termenul *hardware* poate fi găsit la pagina 551 a dicționarului din 1965 pe care îl păstrez la birou.

Termenul software nu poate fi găsit nicăieri. (De ce păstrez în birou un dicționar din 1965 este o cu totul altă întrebare.)

Partea software cuprinde ideile abstracte. Termenul include nu numai aplicațiile pe care le cumpărați și alte tipuri de software (cum sunt cele din Tabelul 1.1 de mai jos), ci și informațiile sau datele folosite de aceste programe.

Programele sunt partea software mai utilă, deoarece fac munca propriu-zisă. Programul îi spune calculatorului ce să facă – cum să acționeze, cum să folosească datele pe care le are, cum să reacționeze la comenzi – de fapt, cum să se comporte ca un calculator. Datele nu fac decât să încetinească aceste operații.

Deși important, programul este, de fapt, ceva simplu. Adus la părțile componente, un program nu este nimic altceva decât o listă de comenzi care spun părții hardware ce să facă. La fel ca o rețetă, programul este o procedură pas cu pas care, pentru neinițiați, pare a fi scrisă într-un cod secret. De fapt, programul *este* scris într-un cod numit *limbaj de programare*, iar lista de instrucțiuni rezultată este de obicei numită *cod* de către programatori.

Orice face un calculator nu este altceva decât o serie de instrucțiuni pas-cu-pas. Cel mai complex program pe care puteți să îl cumpărați este, pur și simplu, o simplă listă de instrucțiuni, împreună cu un set de date asupra cărora acționează instrucțiunile. Instrucțiunile sunt simple, dar din acestea sunt construite programe lungi și complexe, așa cum povestirile și romanele sunt construite pornind de la cuvintele vocabularului.

Așa cum o rețetă poate avea nevoie de alte rețete – un anumit fel de mâncare poate avea nevoie de un anumit sos, care are propria rețetă – programele pentru calculatoare pot depinde de alte programe. Gândiți-vă la o aplicație ca la fel de mâncare și la sistemul de operare ca la sos. Totuși, în sistemele moderne programele formează o arhitectură mult mai complexă decât cea mai complicată rețetă. Atunci când rulează, un PC actual se delectează cu un festin software. Prea mult software, în forma sau locul greșit, poate să îl facă să se înece și să moară, așa cum și analogiile pot merge prea departe.

## Aplicații

Programele pe care le cumpărați într-o cutie de pe rafturile unui magazin, personal sau prin Web, cele care fac munca propriu-zisă pe un calculator, sunt *aplicațiile.* Termenul este, de fapt, prescurtarea de la *software de aplicații* – programe care au un scop, programe pe care le folosiți ca să obțineți un rezultat. Acestea sunt „carnivorele" calculelor, ultima verigă din lanțul trofic, componentele software pentru care dați de fapt banii. Orice altceva intră în compunerea unui calculator, componente hardware sau produse software, există numai pentru a permite rularea aplicațiilor. Aplicațiile determină cerințele pentru PC-ul dumneavoastră, deoarece nu vor rula – sau nu vor rula corespunzător – dacă nu le dați ceea ce au nevoie.

Aplicațiile actuale obișnuite sunt livrate pe unul sau mai multe CD-uri (compact discuri, pentru neinițiați) și cuprind megaocteți sau chiar sute de megaocteți de material digital pe care îl copiați cu conștiinciozitate pe hard-disc în timpul procesului de instalare. Ascunsă în acești megaocteți este funcția propriu-zisă a programului, partea de cod care face acel ceva pentru care ați plătit – transformarea apăsărilor de taste în documente, calcularea balanței financiare, prelucrarea fotografiilor sau transformarea fișierelor MP3 în muzică. Partea de program care lucrează de fapt cu datele pe care vreți să le prelucrați este numită *algoritm*, formula matematică a operației convertită în codul programului. Un algoritm este doar o modalitate de a face ceva, transpusă în instrucțiuni, astfel încât să poată fi repetată.

Partea cea mai grea a muncii de calcul executate de aplicațiile importante – operarea algoritmului din interior – este, de obicei, simplă și repetitivă. De exemplu, o analiză statistică complicată poate să implice doar câteva linii de calcule, deși calculele simple sunt repetate de foarte multe ori. Schimbarea culorii unei fotografii nu este altceva decât un algoritm simplu executat repetat pentru fiecare punct al imaginii.

În definitiv, tocmai acesta este motivul pentru care există calculatoarele. Sunt pur și simplu bune – sau, cel puțin, destul de răbdătoare – pentru a executa fără să se plângă operațiile matematice simple ale algoritmilor.

Dacă ar fi să desfaceți în bucăți un program ca să vedeți cum lucrează – ceea ce experții în calculatoare numesc *dezasamblarea* unui program – ați face o descoperire șocantă. Algoritmul reprezintă doar o mică porțiune din codul programului. Cea mai mare parte din megaocteții pe care îi cumpărați au ca scop să ascundă algoritmul, la fel ca aditivii și aromele adăugate la un medicament puternic, dar toxic.

Înainte de apariția sistemelor de operare grafice, exemplificate de omniprezenta familie Windows a firmei Microsoft, cea mai mare parte a programului trebuia să facă cerințele riguroase ale calculatorului mai ușor de acceptat pentru ideile, aspirațiile și capriciile umane. Partea aplicației care servește drept punte între înțelegerea umană și cerințele calculatorului se numește *interfață cu utilizatorul*. Aceasta poate însemna orice, de la un semn de întrebare care vă cere să introduceți un răspuns până la un meniu grafic Technicolor care ispitește cursorul mouse-ului. Windows simplifică sarcinile programatorului, punând la dispoziția aplicațiilor cele mai multe funcții de interfață. Acum, cea mai mare parte a unei aplicații nu mai este o punte către dumneavoastră, ci către Windows. Efectul este același, doar că este nevoie de mai mulți megaocteți pentru atingerea obiectivului.

Indiferent dacă aplicația trebuie să construiască o interfață proprie sau se bazează pe cea oferită de Windows, cea mai importantă sarcină a aplicațiilor moderne este o simplă translație. Programul transformă comenzile, instrucțiunile și dorințele dumneavoastră într-o formă care poate fi digerată de sistemul de operare și de PC. În particular, interfața cu utilizatorul translatează cuvintele pe care le scrieți și mișcările mouse-ului în cod acceptat de calculator.

Această funcție de translație, ca și interfața Windows, este asemănătoare pentru cele mai multe aplicații. Toate programele lucrează cu aceleași tipuri de intrări „umane“ și produc aceleași tipuri de coduri pentru calculator. Marea diferență între aplicațiile moderne sunt algoritmii de bază ai operațiilor care trebuie executate. În funcție de aceste operații, aplicațiile sunt deseori împărțite în câteva categorii mari. Tabelul 1.1 prezintă împărțirea tradițională a funcțiilor aplicațiilor sau clasificarea majoră a aplicațiilor pentru PC-uri.

**Tabelul 1.1** Principalele tipuri de software de aplicații pentru PC

| *Clasa de software* | *Funcție* |
|---|---|
| Browsere Web | Accesul la și interacțiunea cu siturile și serverele Web ca să cumpărați, să vindeți sau să studiați lucruri care vă interesează, făcând să treacă serile, după-amiezele și restul vieții. |
| Programe de e-mail | Transmiterea și recepționarea rapidă a mesajelor de la prieteni, asociați și avocați din vecinătate sau din orice parte a lumii. |

| *Clasa de software* | *Funcție* |
|---|---|
| Procesoare de texte | Pregătirea textelor pentru tipărirea sau pentru publicarea în formă electronică. |
| Programe de calcul tabelar | Automatizarea fișelor contabile pentru calcularea unor matrice de numere. |
| Baze de date | Un sistem de fișe cu acces imediat și posibilități de sortare automată. |
| Programe de desenare și pictare | Crearea și editarea unor imagini, cum ar fi schițele sau casetele de benzi desenate, care pot fi completate și editate cu ușurința oferită de mijloacele electronice. |
| Programe multimedia | Redarea fișierelor MP3 și WAV pentru muzică, redarea fișierelor video AVI sau MOV, rularea jocurilor sau afișarea imaginilor și redarea sunetelor ca într-un spectacol de cinema sub controlul absolut al unui dictator (dumneavoastră). |

Granițele dintre aceste tipuri de aplicații nu sunt foarte clare. De exemplu, mulți oameni descoperă că programele de calcul tabelar satisfac și toate cerințele de utilizare a bazelor de date, iar cele mai multe programe de calcul tabelar actuale includ componente grafice proprii pentru afișarea rezultatelor sub formă de diagrame.

Unii furnizori de produse software ignoră complet diferențele, combinând toate aceste aplicații într-un singur pachet care conține un program pentru baze de date, un program de grafică, un program de calcul tabelar și un procesor de texte. Astfel de combinații sunt numite *suite de aplicații*. În mod ideal, acestea oferă o serie de avantaje. Deoarece multe funcții (și mai ales interfața cu utilizatorul) sunt partajate de mai multe aplicații, porțiuni mari de cod nu trebuie să fie dublate, așa cum s-ar întâmpla în cazul folosirii unor aplicații independente. Deoarece lucrează împreună, programele își cunosc și înțeleg mai bine cerințele reciproce de resurse – ceea ce înseamnă că ar trebui să întâlniți mai puține conflicte și să aveți mai puține probleme de memorie. În plus, deoarece toate produsele sunt vândute împreună, puteți să obțineți un preț mai bun decât dacă ați cumpăra produsele separat.

Deși suitele de aplicații au fost mult îmbunătățite de-a lungul anilor, uneori își arată slăbiciunile mai vechi. Nici chiar cele mai bune nu ating idealul. Deseori, suitele sunt formate din componente care nu se îmbină perfect – fiind create de echipe diferite de proiectanți, de-a lungul unor perioade lungi de timp. Chiar și economiile făcute s-ar putea să fie înșelătoare, deoarece uneori cumpărați câteva aplicații pe care le folosiți rareori, pe lângă cele de care aveți într-adevăr nevoie. Cu toate acestea, suite precum Microsoft Office sau Lotus Smart Suite au devenit foarte populare, deoarece oferă soluții care satisfac necesitățile majorității oamenilor, executând mai multe operații la un nivel care depășește cerințele obișnuite. Cu alte cuvinte, suitele de aplicații reprezintă o cale simplă de a vă asigura că dispuneți de programele necesare pentru aproape tot ceea ce aveți de făcut.

## Programe utilitare

Chiar și atunci când lucrați cu un scop precis, deseori trebuie să mai executați și alte operații. Chiar dacă, aparent, acestea nu au nici o legătură cu ceea ce vreți să obțineți, sunt, în aceeași măsură, o parte a drumului pe care trebuie să îl parcurgeți. Chiar dacă din biroul dumneavoastră conduceți un imperiu de un milion de dolari specializat în ambalarea murăturilor, probabil niciodată nu veți duce la capăt negocierile dacă nu faceți curățenie, măcar atât cât să nu alunece demnitarii care vă vizitează.

Același lucru este valabil și pentru produsele software. Deși pentru ceea ce trebuie să faceți aveți nevoie de aplicații, sunt necesare și unele funcții de întreținere care păstrează sistemul în cele mai bune condiții și îl ajută să lucreze eficient. Programele care se ocupă de aceste funcții auxiliare poartă numele de *software utilitar*.

Chiar din denumire vă dați seama că aceste programe fac ceva util, ceea ce le deosebește de multe dintre produsele disponibile astăzi pe piața software. Desigur, utilitatea oricărei unelte depinde de ceea ce aveți de făcut – un bucătar șef nu are nevoie de ciocanul pe care îl folosesc atât de mult tâmplarii și tehnicienii PC – și cele mai multe utilitare sunt proiectate pentru funcții specifice simple. De exemplu, utilitarele obișnuite pentru un PC păstrează discul organizat și rulând la viteză maximă, previn dezastrele prin identificarea problemelor de pe disc și a virușilor și vă salvează sănătatea mintală atunci când ștergeți, din greșeală, un fișier.

Cele mai importante dintre aceste funcții sunt incluse în sistemele de operare actuale, fie integrate chiar în sistemul de operare, fie ca programe individuale incluse în pachetul de distribuție al sistemului de operare. Altele pot fi cumpărate separat, cel puțin până când Microsoft va cumpăra firma care le produce.

Utilitarele obișnuite fac salvări de siguranță, defragmentează discurile, gestionează fonturile, comprimă fișierele și fac operații de planificare – toate aceste programe au fost inițial programe independente, dar acum sunt incluse în Windows. Programele antivirus și de urmărire a versiunilor sunt utilitare disponibile separat de Windows.

Utilitarele moderne sunt, în esență, programe individuale, încărcate la apelare la fel ca și aplicațiile obișnuite. Singura diferență față de aplicații constă în ceea ce fac. Scopul utilitarelor este să asigure întreținerea sistemului, nu să furnizeze anumite răspunsuri sau să afișeze informații.

### Miniaplicații (applets)

Un program *applet*[1] este o mini-aplicație dedicată, de obicei, unui singur scop simplu. Poate să funcționeze ca program independent, lansat ca orice altă aplicație, sau poate fi rulată din interiorul unei alte aplicații. În mod obișnuit, o miniaplicație execută funcții de întreținere, la fel ca un utilitar, dar funcțiile unei miniaplicații sunt destinate asistării unei aplicații mai mari, nu a calculatorului în general. Pornind de această definiție, și unele utilitare de sistem pot lua forma unei miniaplicații. Miniaplicațiile se deosebesc de alte programe prin dimensiuni și prin domeniul de aplicabilitate al funcțiilor asigurate.

Miniaplicațiile sunt deseori incluse în pachetele de distribuție ale aplicațiilor. Unele sunt incluse în sisteme de operare precum Windows. În plus, rutinele în cod Java pe care un browser Web le descarcă pentru dinamizarea imaginilor de pe ecran sau pentru executarea unor operații simple sunt deseori considerate miniaplicații. Principala diferență dintre o miniaplicație și o aplicație completă se poate rezuma la faptul că nu cumpărați niciodată miniaplicații separate.

## Sisteme de operare

Sistemul de operare este nivelul software de bază rulat pe un PC. Este ceea ce vedeți atunci când nu rulează nici o aplicație sau un program utilitar. Dar un sistem de operare înseamnă mai mult decât ceea ce se vede pe ecran.

---

1 Miniaplicație. În general, termenul este folosit pentru secvențe de cod transferate prin Internet și executate pe calculatorul destinatarului. Uneori, termenul este folosit și pentru alte programe de dimensiuni mici. (n. trad.)

Așa cum sugerează și numele, sistemul de operare îi „spune“ calculatorului cum să lucreze, cum să execute cele mai elementare funcții. Primele sisteme de operare au fost proiectate pentru controlul operațiilor de citire și scriere a fișierelor pe disc – de aici și termenul de *sisteme de operare pe disc (disk operating systems)*. Din această cauză sistemul de operare original pentru PC a fost numit DOS. Sistemele de operare actuale includ o mulțime de alte funcții, pentru controlul tuturor echipamentelor periferice – de la tastatură și mouse până la ecranul monitorului.

Sistemul de operare al calculatoarelor personale actuale a evoluat de la simple mijloace de control al sistemului de stocare pe disc la o rețea complexă de programe interactive care execută mai multe funcții. Dintre aceste funcții, cea mai importantă este legătura pe care sistemul de operare o asigură între diferitele elemente ale sistemului. Acestea sunt componentele hardware ale calculatorului, programele și dumneavoastră. În limbajul calculatoarelor, se spune că sistemul de operare asigură o interfață comună hardware, o interfață comună de programare și o interfață comună cu utilizatorul.

O *interfață*, fiindcă am ajuns aici, este punctul în care se conectează două lucruri; de exemplu, interfața umană este locul în care dumneavoastră, o ființă umană, interacționați cu PC-ul. Interfața hardware este punctul în care componentele hardware ale calculatorului se leagă de componentele software. Interfața de programare este punctul prin care programele se leagă de sistemul de operare. Iar interfața cu utilizatorul este punctul care asigură legătura între dumneavoastră, ca utilizator, și sistemul de operare. Interfețele pot fi combinate și contopite. De exemplu, interfața cu utilizatorul a sistemului de operare este o parte a interfeței umane a PC-ului.

Dintre multiplele interfețe ale sistemului de operare, doar interfața cu utilizatorul este vizibilă pentru dumneavoastră. Interfața cu utilizatorul este modalitatea prin care interacționați cu calculatorul la cel mai scăzut nivel. Uneori, această parte a sistemului de operare este numită *nucleu de utilizator (user shell)*. În sistemele de operare moderne, nucleul este un program obișnuit, iar aceste programe pot fi înlocuite unul cu altul. Deși în Windows cei mai mulți oameni păstrează nucleul furnizat de Microsoft, acest lucru nu este obligatoriu. Persoanele care folosesc sistemele de operare UNIX sau Linux aleg deseori un nucleu favorit.

De fapt, nucleul este punctul din care lansați în execuție aplicațiile și punctul la care vă întoarceți între aplicații. Nucleul este programul care redesenează spațiul de lucru și care vă permite să alegeți aplicațiile pe care vreți să le rulați.

În spatele nucleului se află *interfața pentru programele de aplicație (Application Program Interface – API)* a sistemului de operare, care furnizează programatorilor un set uniform de *apeluri (calls)*, cuvinte cheie care instruiesc sistemul de operare să execute o rutină de program integrată pentru executarea unor funcții predefinite. De exemplu, interfața API din Windows permite programatorilor să lege aplicațiile de sistemul de operare, pentru a profita de avantajele oferite de interfața acestuia cu utilizatorul. Un program poate să apeleze din sistemul de operare o rutină care desenează pe ecran un meniu.

Folosirea interfeței API oferă programatorilor avantajul de a avea, deja scrise și gata de a fi folosite, procedurile care rezolvă aspectele complicate ale programelor. Programatorii nu trebuie să-și piardă timpul cu amănuntele legate de afișarea fiecărui bit pe ecranul monitorului sau cu alte operații obișnuite. De asemenea, folosirea unei baze comune de cod elimină și duplicarea, făcând ca aplicațiile supradimensionate de astăzi să pară puțin mai zvelte. Mai mult, deoarece toate aplicațiile folosesc, în esență, același cod, interfața cu utilizatorul este consecventă și funcționarea este mai uniformă. În acest fel, PC-ul nu

mai arată ca rezultatul întâmplător al nopților pierdute de mii de ingineri puțin anormali – ceea ce, de fapt, chiar și este.

Pe măsură ce în repertoriul PC-ului au fost adăugate noi tehnologii, echipamente și caracteristici, producătorii sistemelor de operare au fost nevoiți să extindă interfața API astfel încât să țină pasul cu noile modificări. Pentru a accepta modificările impuse, vechile sisteme de operare trebuiau să fie complet înlocuite sau îmbunătățite. Sistemele de operare moderne sunt mai modulare și permit extinderea interfeței API printr-o instalare relativ simplă a noului cod. De exemplu, una dintre principalele modificări aduse colecției de interfețe API folosite de Windows 95 a fost introducerea unui set de controale multimedia numite *DirectX*. Deși acestea sunt acum considerate ca făcând parte din toate versiunile Windows, setul de patru interfețe API individuale (ulterior extins la șase) nu a fost disponibil decât la două luni după apariția versiunii inițiale a sistemului de operare Windows 95. Interfețele API DirectX îmbunătățite suplimentează codul original pentru controale multimedia din versiunea inițială cu variante rescrise complet pe 32 de biți.

De cealaltă parte a interfeței API, sistemul de operare leagă aplicațiile de componentele hardware, prin intermediul interfeței hardware. După ce vom vedea ce înțelegem prin hardware, vom discuta despre modul în care sistemul de operare realizează conexiunea, în secțiunea „Legarea componentelor hardware și software“, ulterior în acest capitol.

În afara nucleului oferit de interfața cu utilizatorul, vedeți și interacționați cu o parte foarte mică a sistemului de operare. Cea mai mare parte din codul sistemului de operare este rulată invizibil (și continuu). Și chiar acesta este modul de lucru pentru care a fost proiectat.

## Limbaje de programare

Un program pentru calculator – indiferent dacă este miniaplicație, utilitar, aplicație sau sistem de operare – nu este decât o listă de instrucțiuni pe care le poate executa creierul din interiorul calculatorului, adică microprocesorul. La rândul ei, o instrucțiune pentru microprocesor este reprezentată de o anumită structură formată din biți, un cod numeric. Calculatorul trimite către microprocesor lista de instrucțiuni care formează codul programului, una câte una. La recepționarea fiecărei instrucțiuni, microprocesorul vede ce funcție îi cere codul să îndeplinească și execută acțiunile corespunzătoare.

Microprocesoarele reacționează numai la modele de semnale electrice. Redus la forma sa cea mai pură, un program pentru calculator este informația care își află reprezentarea finală ca un set, în continuă schimbare, de semnale electrice aplicate la pinii microprocesorului. Acest model de semnale electrice este greu de înțeles pentru cei mai mulți oameni, așa că ideile dintr-un program sunt reprezentate, tradițional, într-o formă mai ușor de înțeles pentru ființele umane. Reprezentarea instrucțiunilor într-o formă care poate fi recunoscută de oameni se numește *limbaj de programare*.

Ca și limbajul uman, un limbaj de programare este un set de simboluri, împreună cu sintaxa de combinare a acestora. În locul cuvintelor sau literelor folosite de oameni, simbolurile din limbajul de programare corespund modelelor de biți care transmit microprocesorului semnale, așa cum literele alfabetului reprezintă sunetele pe care vreți să le rostiți. Întorcându-ne la comparația cu realitatea, o portocală este o colecție de particule subatomice adunate laolaltă, cu o oarecare stabilitate, în centrul coșului cu fructe. Metafora este corespunzătoare situației. Componentele de bază ale unei portocale – indiferent dacă vă gândiți la particule subatomice, atomi sau molecule – sunt interschimbabile, chiar identice. Luate individual, aceste particule nu înseamnă nimic. Doar atunci când sunt laolaltă formează ceva important (cel puțin din perspectiva umană) – portocala. Important este modelul general, nu piesele componente.

Literele și cuvintele funcționează în același fel. O cutie plină de vocale nu are nici o semnificație – poate doar pentru cineva antrenat în jocul *„Roata norocului“*. Dacă grupați vocalele lângă un set de consoane și le aranjați corespunzător puteți să obțineți cuvinte de o valoare inestimabilă pentru umanitate: operele lui Shakespeare, formula relativității a lui Einstein sau formula băuturii răcoritoare Coca-Cola. Semnificația nu este dată de componentele separate, ci de modul în care sunt aranjate.

Același lucru este adevărat și pentru programe. Comenzile individuale sunt mai puțin importante decât modelul pe care îl formează atunci când sunt combinate. Numai modelul are cu adevărat sens.

Puteți să creați un program scriind o listă de comenzi pe care poate să le execute microprocesorul. La acest nivel, programarea seamănă cu scrierea unor notițe pe care vreți să le folosiți a doua zi după o petrecere, când știți că veți fi prea mahmur ca să gândiți corect – „mai întâi ciorapii, apoi pantofii“.

Acest sistem de comenzi pas cu pas este perfect pentru cei obsedați de control, dar este mai mult decât poate îndura un om obișnuit. Chiar și pentru operațiile simple este nevoie de zeci de instrucțiuni pentru microprocesor, așa că scrierea unei liste complete de comenzi sub această formă s-ar putea să fie mai mult decât doresc să facă programatorii – ca să nu mai vorbim despre ființele umane normale. Ca să facă viața și scrierea programelor mai ușoare, inginerii au dezvoltat *limbajele de programare de nivel înalt.*

Un limbaj de nivel înalt folosește un vocabular mai familiar pentru oameni decât modelele de biți, deseori chiar cuvinte care seamănă cu cele din limbajul obișnuit. Un program special transformă apoi fiecare comandă de nivel înalt într-o secvență de modele de biți care spun microprocesorului ce să facă.

## Limbajul mașină

Fiecare microprocesor recunoaște un repertoriu propriu de instrucțiuni, așa cum un câine poate înțelege un număr de comenzi verbale. Așa cum câinele știe să stea jos sau să facă tumbe atunci când i se cere, microprocesorul poate să adauge, să scadă, să mute sau să modifice modele de biți. Fiecare familie de microprocesoare are un set de instrucțiuni pe care le recunoaște și le poate executa, acesta fiind nivelul de înțelegere proiectat în circuitele interne ale fiecărui cip.

Grupul de comenzi pe care un anumit microprocesor le înțelege și la care poate reacționa este numit *set de instrucțiuni* sau *set de comenzi*. Familii diferite de microprocesoare recunosc seturi diferite de instrucțiuni, așa că un set de comenzi destinate unei anumite familii de cipuri nu are nici un sens pentru altele. De exemplu, familia de microprocesoare Intel recunoaște un set de comenzi; familia de microprocesoare IBM/Motorola PowerPC recunoaște un set de comenzi total diferit. Acesta este motivul pentru care programele scrise pentru calculatoarele Apple Macintosh (bazate pe microprocesoare PowerPC) nu funcționează pe PC-uri (care folosesc microprocesoare Intel).

Limbajul nativ pe care îl înțelege un microprocesor, adică setul de instrucțiuni și regulile de folosire a acestora, se numește *limbaj mașină*. Modelul de biți al semnalelor electrice în limbaj mașină poate fi exprimat direct ca o serie de unu și zero, cum ar fi 0010110. Remarcați că acest model corespunde direct unui număr binar (în bază doi). Ca orice număr binar, codul în limbaj mașină al unei instrucțiuni poate fi transformat în numere reprezentate în alte sisteme de numerație. De obicei, instrucțiunile în limbaj mașină sunt reprezentate în formă hexazecimală (sistem de numerație în baza 16). De exemplu, instrucțiunea de scădere 0010110 devine 16 în hexazecimal.

## Limbajul de asamblare

Limbajul mașină ar fi nemaipomenit dacă ați fi mașină. Totuși, oamenii nu gândesc, în mod normal, în modele de biți sau numere pure. Deși unele ființe umane, altfel normale, pot scrie programe în limbaj mașină, și chiar o fac, manipularea codurilor obscure asociate fiecărei instrucțiuni cere mai mult decât obișnuință. După săptămâni, luni și chiar ani de programare în limbaj mașină începeți să învățați ce face fiecare număr. Este foarte bine dacă vreți să vă dedicați viața conversației cu calculatoarele, dar poate că aveți și lucruri mai bune de făcut.

Pentru ființele umane, o reprezentare mai bună a codurilor în limbaj mașină implică folosirea mnemonicelor în locul codurilor numerice. Fiecărui cod în limbaj mașină îi sunt atribuite fragmente de cuvinte, astfel încât numărul 16 (hex) poate fi tradus prin SUB (de la subtraction – scădere). Acest pas este făcut de *limbajele de asamblare*, care permit programatorilor să scrie programe cu ajutorul unor simboluri mai ușor de memorat.

După scrierea unui program în limbaj de asamblare, acesta trebuie transformat în limbajul mașină care poate fi înțeles de microprocesor. Această conversie este făcută de un program special, numit *asamblor*. Cele mai multe asambloare fac chiar mai multe lucruri ca să ușureze viața programatorilor. De exemplu, acestea permit gruparea mai multor instrucțiuni într-un bloc numit *subrutină*, care primește un nume și care poate fi ulterior apelată folosind acest nume, în loc să fie repetat blocul de instrucțiuni.

Cea mai mare parte a instrucțiunilor unui limbaj de asamblare lucrează direct cu microprocesorul, folosind mnemonice echivalente cu instrucțiunile în limbaj mașină. Ca urmare, programatorii trebuie să gândească în maniera pas cu pas a microprocesorului. Fiecare acțiune a microprocesorului trebuie să fie manipulată la cel mai scăzut nivel. Din această cauză, limbajul de asamblare este cunoscut ca limbaj de nivel scăzut, deoarece programatorii creează programe la nivel elementar.

## Limbaje de nivel înalt

Așa cum asamblorul poate să transforme în limbaj mașină mnemonicele și subrutinele scrise în limbaj de asamblare, un alt program poate face încă un pas, convertind instrucțiuni scrise într-un limbaj mai apropiat de cel uman în mai multe instrucțiuni în limbaj mașină necesare pentru execuție. De fapt, fiecare instrucțiune din limbajul folosit pentru scrierea programului devine o subrutină.

Eliminarea corespondenței biunivoce dintre instrucțiunile limbajului și codurile în limbaj mașină introduce încă un nivel de abstractizare între program și microprocesor. Aceasta este sarcina limbajelor de nivel înalt. În loc să manipuleze deplasarea fiecărui octet de informație, limbajele de nivel înalt permit programatorilor să lucreze cu numere zecimale, cuvinte sau elemente grafice. Programul preia fiecare instrucțiune de nivel înalt și o transformă într-o serie lungă de coduri numerice, reprezentând comenzile transmise microprocesorului în limbaj mașină.

Limbajele de nivel înalt pot fi clasificate în două categorii: interpretate și compilate. Limbajele batch sunt un tip special de limbaje interpretate.

### Limbaje interpretate

De fiecare dată când este rulat, un program scris într-un limbaj interpretat este transformat, de un program numit *interpretor*, din forma care poate fi înțeleasă de oameni în forma înțeleasă de calculator. Utilizatorii care au nevoie rapid de rezultate preferă programele interpretate, deoarece acestea pot fi rulate imediat, fără etape

intermediare. Dacă apare o eroare de programare, aceasta poate fi corectată și programul poate fi imediat testat din nou. Pe de altă parte, calculatorul trebuie să facă interpretarea programului la fiecare rulare a acestuia, executând aceleași operații de fiecare dată. Aceste repetări irosesc timpul calculatorului. Mai mult, deoarece execută două lucruri – interpretează programul și în același timp îl execută – calculatorul rulează mai lent.

În prezent, cel mai important limbaj de programare interpretat este Java, limbajul creat de Sun Microsystems pentru Web. PC-ul dumneavoastră descarcă o listă de comenzi Java și le transformă intern într-o formă executabilă. PC-ul rulează apoi codul Java, pentru a face un mesaj respingător să danseze și să pâlpâie pe ecran.

Natura interpretată a limbajului Java contribuie la răspândirea largă a acestuia. Codul Java conține instrucțiuni pe care le poate executa orice PC, indiferent de sistemul de operare rulat. Interpretorul Java instalat pe PC transformă codul universal în instrucțiuni specifice limbajului mașină înțeles de PC și de sistemul de operare rulat pe acesta.

Înainte de Java, cel mai popular limbaj interpretat era BASIC, un acronim pentru Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code[1]. BASIC a fost primul limbaj de programare pentru calculatoarele personale și a constituit fundația pe care a fost construită corporația Microsoft. Cucerirea lumii PC-urilor a avut loc atunci când IBM a cablat limbajul BASIC în primele generații de calculatoare personale lansate pe piață.

În forma clasică, folosirea unui limbaj interpretat implica două etape. Mai întâi lansați în execuție programul de interpretare, care vă punea la dispoziție un nou mediu de lucru, cu un prompt și comenzi proprii. După intrarea în acest mediu de lucru, executați programul, de obicei lansându-l cu comanda „Run". Sistemele de interpretare mai moderne, precum Java, maschează interpretorul propriu-zis. Programul pare că rulează singur, dar, în realitate, interpretorul Java este ascuns în browserul Internet sau în sistemul de operare. Microsoft Visual Basic asigură suportul de interpretare printr-un *modul de execuție (run-time module)*, care trebuie să fie accesibil sistemului de operare pentru ca programele Visual Basic să poată fi rulate.

**Limbaje compilate**

Limbajele compilate sunt executate la fel ca programele scrise în limbaj de asamblare, dar codul sursă este scris într-o formă mai ușor de înțeles pentru oameni. Un program scris într-un limbaj compilat este transformat din simbolurile de nivel înalt în limbaj mașină numai o singură dată. Codul în limbaj mașină rezultat este stocat și apoi apelat la fiecare execuție a programului. Procesul de conversie a programului din limbajul compilat în limbaj mașină este numit *compilare* și este executat de un program numit *compilator*. Versiunea originală a programului, scrisă în limbajul mai ușor de înțeles, este numită *cod sursă*. Codul în limbaj mașină care formează programul se numește *cod obiect*.

Compilarea unui program complex poate fi o operație de durată, pentru care este nevoie de minute sau chiar ore. Totuși, programul compilat rulează mai repede, deoarece calculatorul trebuie să execute numai instrucțiunile în limbaj mașină rezultate, fără să fie nevoie să ruleze în același timp și un program de interpretare a comenzilor. De cele mai multe ori, un program compilat este rulat direct din linia de comandă DOS sau executând clic pe o pictogramă. Sistemul de operare încarcă și execută programul fără să mai pună prea multe întrebări. Printre limbajele compilate se numără cel mai popular

1 Limbajul BASIC (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code – set de instrucțiuni simbolice cu scopuri multiple pentru începători) a fost elaborat pe la mijlocul anilor '60 și este aproape unanim considerat a fi limbajul de nivel înalt cel mai ușor de învățat. (n. trad.)

limbaj de programare pentru PC-uri, C++, precum și alte limbaje rămase din primele zile ale programării – COBOL, FORTRAN și Pascal.

Limbajele orientate spre obiecte sunt limbaje compilate speciale, astfel proiectate încât programatorii pot să scrie programe complexe sub forma unor module separate, numite *obiecte*. Programatorul scrie un obiect pentru o anumită operație și îi dă un nume. Pentru executarea funcțiilor asociate unui obiect, programatorul trebuie doar să includă numele obiectului în program, fără să fie nevoit să scrie din nou tot codul obiectului. Un program poate să folosească același obiect în mai multe locuri și de mai multe ori. Mai mult, un programator poate insera o copie a unui obiect în programe diferite, fără să fie nevoit să rescrie și să testeze codul de bază, ceea ce mărește viteza de creare a programelor complexe. C++ este un limbaj orientat spre obiecte.

Datorită vitezei și eficienței limbajelor compilate, au fost scrise compilatoare care transformă codul sursă scris în limbaje interpretate în cod obiect care poate fi rulat la fel ca orice program compilat. De exemplu, un compilator BASIC va genera cod obiect care poate fi rulat din linia de comandă DOS fără să fie necesară rularea interpretorului BASIC. Unele limbaje, cum ar fi Microsoft QuickBASIC, conțin în același pachet atât un interpretor, cât și un compilator.

În tinerețea calculatoarelor personale, pentru obținerea celor mai bune performanțe era necesară folosirea unui limbaj de nivel scăzut. De obicei, limbajele de nivel înalt conțin rutine de eroare și alte secvențe de cod suplimentare[1], care măresc dimensiunea programelor și reduc performanțele acestora. Limbajele de asamblare permiteau programatorilor să reducă numărul de instrucțiuni necesare pentru executarea unei operații și asigurau o eficiență maximă.

*Compilatoarele cu optimizare* fac același lucru ca și compilatoarele obișnuite, dar mai bine. Adăugând una sau mai multe etape suplimentare la procesul de compilare, compilatorul se asigură că instrucțiunile programului sunt aranjate în cea mai eficientă ordine, astfel încât să folosească toate posibilitățile procesorului. De fapt, compilatoarele cu optimizare fac o muncă pentru care altfel ar fi nevoie de un programator în limbaj de asamblare.

Totuși, rezultatul final al folosirii oricărui limbaj de programare este același. Indiferent cât de înalt este nivelul limbajului de programare, indiferent de ceea ce vedeți pe ecranul calculatorului, indiferent ce informații îi furnizați calculatorului ca să îl puneți la munca de zi cu zi, tot ceea ce face microprocesorul este rezultatul unor modele de impulsuri numerice la care acesta reacționează cu mare viteză. Ca inteligență, calculatorul nu se poate compara nici cu Albert Einstein, nici cu piciul neastâmpărat al vecinilor, dar ceea ce contează sunt rezultatele. PC-ul poate să execute rapid și eficient operații complexe, ca și cum ar gândi.

**Biblioteci**

Inventarea roții a fost un proces dificil și a luat umanității cam un milion de ani – un timp prea lung ca să vă lăsați mașina pe butuci. Reinventarea roții este mai simplă, deoarece puteți să furați modele pe care deja le cunoașteți. Dar este mult mai simplu să cumpărați o roată.

Scrierea codului pentru operații specifice, dar obișnuite, este deseori echivalentă cu reinventarea roții. Sunteți nevoit să puneți laolaltă o listă lungă de comenzi, la fel cum

1 În lb. engl. *overhead*, reprezentând totalitatea operațiilor sau informațiilor care asigură suport, uneori esențial, unui proces de calcul sau transfer de date, dar care nu constituie o parte intrinsecă a operației sau a datelor. Operațiile și datele suplimentare măresc adesea timpul de execuție a procesului sau durata transferului, dar sunt, în general, necesare.

fac și alți oameni care scriu programe. Cea mai mare consolare este aceea că trebuie să o faceți o singură dată. Puteți apoi să refolosiți același set de instrucțiuni atunci când vreți să scrieți un program care are nevoie de aceeași funcție.

Pentru funcțiile cu adevărat obișnuite, nu este nevoie să faceți acest lucru. În loc să reinventați roata, puteți să o cumpărați. Limbajele de programare actuale conțin colecții de funcții comune numite *biblioteci*, așa că nu mai este nevoie să reinventați nimic. Nu trebuie decât să luați codul pre-împachetat din bibliotecă și să îl includeți în program. Compilatorul limbajului leagă bibliotecile corespunzătoare de program, astfel încât nu trebuie decât să referiți funcția prin numele codului. Funcțiile din bibliotecă devin o extensie a limbajului, un *meta-limbaj*.

**Medii de dezvoltare**

Chiar dacă folosiți biblioteci, atunci când scrieți un program sunteți legat de vechea modalitate – crearea unei liste de instrucțiuni. Acesta este un mod eficient, dar obositor de scriere a unui program. Puterea PC-ului constă în faptul că preia operațiile obositoare, așa că probabil vă gândiți că ați putea să folosiți o parte din această putere ca să scrieți mai ușor programe.

De fapt, chiar puteți. Un *mediu de dezvoltare* vă permite să scrieți programe la fel cum rulați produsele software moderne. Trageți articole din meniuri ca să construiți interfața. Programul înregistrează ceea ce faceți, apoi acționează ca un *generator de cod*, creând în limbaj de programare secvența de comenzi prin care se ajunge la același rezultat.

Lucrul într-un mediu de dezvoltare este foarte simplu în comparație cu programarea tradițională. De exemplu, în loc să scrieți toate comenzile pentru afișarea unei casete de dialog pe ecran, executați clic pe un meniu și selectați tipul casetei. După ce aceasta apare pe ecran, puteți să alegeți dintr-un alt meniu elementele care vreți să apară în caseta de dialog, folosind mouse-ul ca să trageți butoanele și etichetele în interiorul casetei. În câteva minute, puteți să ajungeți la un rezultat pentru care ați fi avut nevoie de zile întregi dacă ați fi scris programul de mână.

**Limbaje batch**

Un *limbaj batch* vă permite să cereți direct sistemului de operare să execute un program. Aceasta înseamnă că un limbaj batch este un set de comenzi ale sistemului de operare, pe care calculatorul le execută secvențial, ca și cum ar fi un program. Programul batch rezultat funcționează la fel ca un limbaj interpretat, în care fiecare pas este evaluat și executat numai atunci când apare în program.

Adeseori aplicațiile includ propriile limbaje batch. Și acestea sunt tot liste de comenzi parcurse de aplicație, în ordinea specificată de dumneavoastră, pentru executarea unor funcții obișnuite, de fiecare zi. Programele de comunicații folosesc acest tip de programare pentru conectarea automată la anumite servicii sau chiar pentru regăsirea unor fișiere. Bazele de date folosesc un tip propriu de programare pentru generarea automată a rapoartelor de care aveți frecvent nevoie. Procesul de transcriere a listei de comenzi este numit, de obicei, *scriptare (scripting)*. Comenzile pe care puteți să le includeți într-un astfel de program sunt numite uneori *limbaj de scriptare (scripting language)*.

Scriptarea chiar *este* o formă de programare. Singura diferență este limbajul. Deoarece folosiți comenzi care devin o a doua natură pentru dumneavoastră (cel puțin după ce învățați să folosiți programul) și respectați o sintaxă pe care deja ați învățat-o în timpul rulării programului, procesul pare mai natural decât atunci când scrieți într-un limbaj de programare. Aceasta înseamnă că dacă ați scris vreodată un fișier script pentru

conectarea la Internet sau ați modificat un fișier existent, sunteți deja programator. Puteți să vă dați o medalie.

# Componente hardware

Componentele hardware sunt elementele care pun în mișcare produsele software. Din punctul de vedere al rulării unui program, prin hardware se înțelege întregul calculator. Aveți nevoie de tot ce se află în cutie ca să faceți o aplicație să funcționeze; dacă ceva nu ar fi necesar, nu ar fi în cutie și n-ar fi trebuit să-l plătiți. Cu alte cuvinte, PC-ul este un întreg hardware al cărui scop specific este rularea programelor.

Orice PC este construit dintr-o mulțime de componente, fiecare îndeplinind o anumită funcție care contribuie la funcționarea generală a calculatorului. Ca și în realitatea fizică, un PC este construit din elemente fundamentale, combinate laolaltă. Fiecare dintre aceste elemente adaugă o nouă caracteristică sau calitate calculatorului obținut în final. Blocurile de construcție se numesc *componente hardware* și sunt formate din circuite electronice și părți mecanice care îndeplinesc o funcție definită. Deși toate aceste componente lucrează împreună, sunt mai ușor de înțeles dacă sunt examinate separat, o dată cu funcțiile individuale ale fiecăreia.

Atunci când rulează programe, un PC modern îndeplinește cinci funcții principale: gândire, memorare, ascultare, monitorizare și comunicare. Fiecare dintre aceste funcții este îndeplinită de una sau mai multe componente hardware. De exemplu, gândirea nu este legată doar de microprocesoare. Ca să execute programele, microprocesorul are nevoie de memorie, de un set de cipuri care să-i lege circuitele de restul calculatorului și de un tip oarecare de software semi-permanent, sub forma codului BIOS, care să aducă totul la viață.

De-a lungul anilor de dezvoltare a calculatoarelor personale, diferențele dintre aceste componente individuale s-au atenuat. În primele zile ale PC-urilor, cei mai mulți producători urmau aceeași linie directoare, folosind aceleași componente în același mod de aranjare, dar astăzi putem întâlni mai multă creativitate și diversitate. Componente altădată separate au fost combinate într-o singură piesă; altele au fost împărțite în mai multe componente. Totuși, funcțiile acestora au rămas neschimbate. De exemplu, deși este posibil ca PC-urile moderne să nu aibă un cip separat pentru contorul de timp, așa cum au calculatoarele mai vechi, funcția acestuia a fost preluată de circuitele de suport, care participă în continuare la îndeplinirea funcției de „gândire“.

Pentru scopurile acestei cărți vom împărți PC-ul în mai multe domenii funcționale majore, care, la rândul lor, pot fi împărțite în componentele majore necesare unui PC complet. Acestea vor include partea de gândire (unitatea de sistem), partea de memorare (sistemul de stocare masivă), partea de ascultare (sistemul de control format din mouse și tastatură, împreună cu alte dispozitive de intrare), partea de monitorizare (sistemul de afișare) și partea de comunicare (diferite porturi și dispozitive externe).

## Funcția de gândire

Întregul PC este o mașină gânditoare, iar partea unui PC la care cei mai mulți oameni se gândesc ca fiind un calculator – cutia care conține toate componentele esențiale, exceptând, în cazul calculatoarelor desktop, tastatura și monitorul – este *unitatea de sistem*. Numită uneori și UCP – de la Unitate Centrală de Prelucrare, un termen folosit atât pentru microprocesoare cât și pentru calculatoare mainframe – aceasta este componenta de bază a unui calculator. Unitatea de sistem conține principalele circuite ale calculatorului și pune la dispoziție conectoarele prin care se face legătura între calculator și

celelalte accesorii, inclusiv tastatura, monitorul și echipamentele periferice. În cazul unui calculator notebook, toate aceste componente externe sunt combinate într-un singur bloc, dar acesta este numit pur și simplu „calculator“, nu unitate de sistem sau UCP.

Una dintre principalele funcții ale unității de sistem este cea fizică. Aceasta reprezintă locul în care sunt montate celelalte componente. Asigură sistemele mecanice de montare pentru toate componentele interne, inclusiv placa de bază, unitățile de disc și plăcile de extensie. Unitatea de sistem este formată din carcasa calculatorului și din tot ceea ce conține aceasta. Unitatea de sistem furnizează tensiunea de alimentare pentru operarea PC-ului, a extensiilor interne, a unităților de disc și a dispozitivelor periferice.

## Placa de bază

Componenta principală a unității de sistem este placa de bază (motherboard). Toate celelalte circuite din unitatea de sistem sunt părți ale plăcii de bază sau se conectează direct la aceasta.

Componentele electronice ale plăcii de bază îndeplinesc cele mai multe funcții ale unui calculator: rulează programe, fac calcule și chiar aranjează biții care vor fi afișați pe ecran.

Deoarece placa de bază definește funcțiile și posibilitățile fiecărui calculator, iar calculatoarele sunt diferite unul de celălalt, am putea ajunge la concluzia că și plăcile de bază sunt diferite. Nu este chiar așa. Multe calculatoare diferite au același model de placă de bază. Și, de multe ori, calculatoare identice ca model conțin plăci de bază diferite, în funcție de momentul în care au ieșit de pe linia de producție (și de plăcile de bază pentru care producătorul le-a găsit mai ieftin).

Placa de bază conține cele mai importante elemente ale unui PC, cele care definesc funcțiile și posibilitățile de extindere ale acestuia, cum ar fi microprocesorul, cipul BIOS, memoria, sistemul de stocare masivă, sloturile de extensie și porturile.

## Microprocesorul

Cea mai importantă dintre componentele electronice de pe placa de bază este *microprocesorul*. Acesta este elementul care „gândește“ în calculator. Tipul microprocesorului, dintre zecile de modele disponibile, determină nu numai puterea de prelucrare a calculatorului, ci și limbajul înțeles de acesta și, ca urmare, programele pe care le poate rula.

Multe calculatoare mai vechi conțin și un *coprocesor*, care mărește performanțele calculatorului pentru rezolvarea unor probleme matematice, cum ar fi funcțiile trigonometrice. În general, microprocesoarele moderne includ și toate funcțiile coprocesorului.

## Memoria

Așa cum aveți nevoie de mâini și de o masă de lucru ca să țineți uneltele și materialele cu care lucrați, microprocesorul are nevoie de un loc în care să păstreze datele asupra cărora lucrează și uneltele pe care le folosește. *Memoria*, adeseori descrisă prin termenul specific *RAM* (de la Random Access Memory – memorie cu acces aleatoriu) îndeplinește rolul de masă de lucru a microprocesorului. Localizată, de obicei, pe placa de bază, memoria este folosită de microprocesor pentru executarea calculelor. Cantitatea și arhitectura memoriei unui sistem determină modul în care acesta poate fi programat și, în anumite limite, nivelul de complexitate al problemelor pe care le poate rezolva. Produsele software moderne impun deseori o cantitate minimă de memorie – un minim măsurat în megaocteți – pe care trebuie să o instalați pentru a asigura funcționarea corespunzătoare a programelor. În cazul sistemelor de operare moderne, mai multă memorie înseamnă, de obicei, viteză mai mare de funcționare.

### BIOS

Pentru a funcționa, calculatorul are nevoie de un program. Are nevoie de un program simplu chiar și numai ca să pornească și să încarce alte programe. *Sistemul de intrare/ieșire de bază (Basic Input/Output System – BIOS)* este un set de rutine înregistrate permanent, care asigură sistemului caracteristicile operaționale fundamentale, inclusiv instrucțiunile care spun calculatorului cum să se autotesteze la fiecare pornire. Folosind tehnologiile Plug-and-Play actuale, sistemul BIOS cooperează cu sistemul de operare pentru configurarea tuturor echipamentelor periferice conectate la PC. Sistemul de operare înlocuiește apoi codul BIOS cu componentele software proprii. Cu alte cuvinte, după ce inițializează și testează calculatorul la pornire, codul BIOS cedează locul altor produse software pentru munca propriu-zisă.

### Circuitele de suport

*Circuitele de suport* de pe placa de bază fac legătura între microprocesor și restul calculatorului. Un microprocesor, deși este creierul unui calculator, nu este un calculator în sine (dacă ar fi fost, ar fi purtat alt nume – de exemplu, calculator). Ca să aducă un calculator la viață, microprocesorul are nevoie și de alte circuite: ceasuri, controllere și convertoare de semnal. Fiecare dintre aceste circuite de suport are propriul mod de a reacționa la programe, contribuind astfel la funcționarea generală a calculatorului.

În PC-urile actuale, toate funcțiile tradiționale ale circuitelor de suport au fost înglobate în *seturi de cipuri*, circuite integrate de dimensiuni relativ mari. Deoarece cele mai multe PC-uri actuale sunt construite pe baza unui microprocesor dintr-o gamă limitată, seturile de cipuri contribuie la diferențierea plăcilor de bază și a performanțelor în aceeași măsură ca și microprocesoarele. De fapt, pentru unii cumpărători, calitatea setului de cipuri este principalul criteriu de alegere.

### Sloturile de extensie

Așa cum implică și numele, *sloturile de extensie* ale unui PC vă permit să extindeți posibilitățile acestuia prin montarea unor plăci suplimentare, inteligent numite plăci de extensie. Sloturile sunt spații din interiorul unității de sistem, având socluri sau conectoare speciale care permit conectarea plăcilor de extensie. Sloturile de extensie ale calculatoarelor notebook permit conectarea unor module de dimensiunea unei cărți de credit, care îndeplinesc aceleași funcții ca și plăcile de extensie.

## Funcția de memorare

Un PC trebuie să păstreze cantități imense de date și de cod ca să execute programele. Componentele dintr-un PC care îndeplinesc această funcție de memorare sunt numite *dispozitive de stocare masivă*. Acestea manipulează datele în cantități mari.

În aproape toate calculatoarele actuale, principalul depozit pentru aceste informații este hard-discul. Dischetele, unitățile de CD-ROM și DVD vă pun la dispoziție o modalitate de transferare a datelor la (și de la ) PC. Diferitele sisteme de stocare sunt legate de restul PC-ului prin una sau mai multe interfețe de stocare masivă. În sistemele moderne, aceste interfețe sunt deseori o parte a circuitelor de pe placa de bază.

### Unitățile de hard-disc

Principalele cerințe pentru orice sistem de stocare masivă sunt viteza, capacitatea și prețul scăzut. Nici o altă tehnologie nu oferă o combinație mai bună a acestor cerințe decât hard-discul, care acum este o parte standard pentru aproape orice PC. Unitatea de

hard-disc stochează toate programele și alte produse software, astfel încât acestea pot fi încărcate aproape imediat în memoria PC-ului. În plus, hard-discul păstrează și datele pe care le generați pe calculator, astfel încât puteți să le reîncărcați și să le folosiți oricând doriți. În general, cu cât hard-discul este mai rapid și are o capacitate mai mare, cu atât este mai bun.

## Unitățile de dischetă

Ieftine, interschimbabile și fără probleme din punct de vedere tehnic, dischetele au reprezentat primul (și pentru o perioadă singurul) sistem de stocare masivă al multor PC-uri. Bazate pe o tehnologie bine testată și produse în cantități de ordinul milioanelor, dischetele au furnizat primelor PC-uri un loc pentru păstrarea datelor și a programelor și, de-a lungul anilor, au servit ca mediu de distribuție, prin intermediul căruia producătorii de software și-au pus produsele la dispoziția clienților.

Totuși, în cursa evoluției, tehnologia simplă a dischetelor a făcut eforturi mari ca să țină pasul. Cerințele programelor moderne depășesc cu mult posibilitățile dischetelor, în timp ce alte tehnologii (cum ar fi discurile CD-ROM) furnizează soluții mai ieftine de distribuție. Noile modele de dischete, care permit stocarea unor cantități de 50-100 de ori mai mari de date, sunt promițătoare, dar au dezavantajul unor prețuri care vă fac să vă gândiți mai degrabă la alte soluții.

Cu toate acestea, unitățile de dischetă rămân o componentă standard a celor mai multe PC-uri, cu excepția celor care ar sacrifica orice ca să mai piardă câteva grame (sub-notebook) și a celor care trebuie să funcționeze în medii cu atât de mult praf și fum, încât Superman s-ar face mic, iar Femeia Fantastică ar începe să tușească.

## Unitățile de CD și DVD

Pentru introducerea datelor în PC aveți nevoie de un mediu de distribuție și, atunci când este vorba de mulți megaocteți, mediul preferat sunt discurile CD-ROM sau DVD. Toate PC-urile noi au nevoie de una dintre aceste unități de disc specializate.

Producătorii de software au făcut din CD-ROM mediul preferat pentru distribuirea produselor. Un singur CD, având aproape același preț ca și o dischetă, stochează de sute de ori mai multe informații, în condiții mult mai sigure. CD-urile nu sunt vulnerabile la câmpurile magnetice aleatorii și sunt o țintă mai dificilă pentru pirații software. De asemenea, unitățile de CD-ROM sunt o componentă necesară a PC-urilor multimedia – adică aproape orice calculator pe care ați dori să îl cumpărați astăzi.

Inițialele provin de la Compact Disc Read-Only Memory (disc compact cu acces numai pentru citire) și de la Digital Versatile Disc, tehnologii care permit producătorilor să ștanțeze mega- sau gigaocteți de cod și date la fel de ușor cum decupați prăjiturele din aluat. Discurile DVD au o capacitate mai mare, dar nu sunt la fel de răspândite ca discurile CD-ROM. Deși pe un disc DVD de cinci inci există destul spațiu pentru stocarea unui film întreg (și chiar mai mult), puține aplicații sau suite de aplicații au nevoie de o capacitate atât de mare – cel puțin în prezent.

## Unitățile de bandă

Benzile magnetice sunt destinate salvărilor de siguranță, fără prea multe cuvinte în plus. Benzile reprezintă un spațiu de stocare ieftin, pentru situații neprevăzute – dacă un liber profesionist hotărăște să pună o oarecare distanță între calculator și biroul dumnea-voastră, dacă pompierii inundă tot ce nu au reușit să distrugă focul și fumul, dacă ați golit coșul de gunoi cu câteva momente înainte de a vă da seama că ați șters toate

înregistrările care justificau scutirea de taxe; dacă un anumit program drăguț se dovedește a fi un virus care infectează PC-ul și vă formatează discul; dacă vecinul vă vrăjește calculatorul și îl transformă într-o cleașcă aurie trasă de un cal argintiu care fusese înainte mouse-ul dumneavoastră; dacă un asteroid vagabond cade prin acoperiș. Păstrarea unei copii a datelor importante vă ajută să le refaceți în urma unui astfel de dezastru sau chiar a unor evenimente mai puțin probabile.

## Funcția de ascultare

Dacă vreți ca PC-ul să facă ceva util, trebuie să îi spuneți ce să facă. Deși unele PC-uri pot chiar să asculte ceea ce spuneți, folosind tehnologia de *recunoaștere a vocii*, cele mai multe PC-uri se bazează pe sisteme de control tradiționale – dispozitive de intrare precum tastatura și mouse-ul.

În plus, multe aplicații vă cer să introduceți date în PC – caractere, imagini și sunete. Calculatorul obține aceste informații „ascultând" electronic diferite *dispozitive de intrare*. Dispozitivele grafice, cum ar fi scannerele și aparatele foto digitale, preiau imagini din lumea reală. Plăcile de captură video și plăcile de sunet preiau imagini și sunete multimedia.

### Controlul

Tastatura rămâne cea mai eficientă cale de introducere a textului în aplicații, mai rapidă chiar decât cele mai avansate sisteme de recunoaștere a vocii, care vă permit să vorbiți cu calculatorul. Mouse-ul – sau, ca să folosim un termen mai corect, *dispozitivul de indicare*, pentru a include și alte dispozitive de tipul mouse-ului, cum ar fi trackball-urile și alte dispozitive folosite pentru PC-urile notebook – transmite calculatorului informații grafice, permițându-vă să indicați opțiuni, să desenați sau să pictați.

### Intrările

Gama dispozitivelor de intrare este cel puțin la fel de mare ca și varietatea tipurilor de informații pe care vreți să le colecteze PC-ul dumneavoastră. Dispozitivele de intrare sunt esențiale pentru introducerea unor cantități mari de date. Deși o tastatură obișnuită este suficientă dacă vreți să introduceți în calculator numai cuvinte și numere, alte tipuri de date au nevoie de dispozitive de intrare mai puternice. Scannerele colectează imagini sau text tipărit. Aparatele foto digitale vă permit să captați imagini din lumea reală. O cameră video vă ajută să transformați PC-ul într-un sistem de producție multimedia.

## Funcția de monitorizare

Fereastra prin care priviți în mintea calculatorului este sistemul de afișare, format dintr-o placă video sau un adaptor de grafică și un monitor sau un display cu ecran plat. Sistemul de afișare permite PC-ului să vă comunice ce gândește, să afișeze datele într-o formă pe care puteți să o înțelegeți, indiferent dacă aceasta înseamnă numere, cuvinte sau imagini.

Cele două jumătăți ale sistemului de afișare lucrează împreună. Adaptorul de grafică folosește semnalele numerice din interiorul PC-ului ca să construiască harta electronică a imaginii finale, stocând în memorie datele pentru fiecare punct de pe ecran. Circuitele electronice generează imaginea care apare pe ecranul monitorului.

### Adaptoare de grafică

Adaptorul de grafică al PC-ului creează imaginea pe care o veți vedea pe ecranul monitorului. Acesta transformă codurile numerice într-un model de biți pentru fiecare punct pe care îl veți vedea. Deoarece realizează conversia propriu-zisă, adaptorul de

grafică determină numărul de culori care pot fi afișate pe monitor și rezoluția maximă a imaginii. Cu alte cuvinte, adaptorul de grafică stabilește calitatea maximă a imaginilor pe care le poate produce calculatorul. Monitorul nu poate să afișeze o imagine mai bună decât cea produsă de adaptorul de grafică. De asemenea, adaptorul de grafică determină viteza de lucru a sistemului video al PC-ului – o placă mai rapidă va avea ca efect mai puține sincope în afișarea secvențelor video.

În prezent, multe PC-uri oferă cel puțin un adaptor de grafică rudimentar, sub forma circuitelor de afișare; altele mută circuitele electronice de afișare pe o placă de extensie.

### Monitoare

Monitorul este partea de bază a sistemului de afișare, fiind atașat la cele mai multe PC-uri. Monitoarele sunt televizoare construite pe măsura bugetului lui Bill Gates. Dacă un televizor cu diagonala de 21 de inci costă 300$ într-un magazin local, un monitor cu aceeași diagonală costă în jur de 1500$ și nici nu puteți să vedeți la fel de bine filmele închiriate. Dacă optați pentru un monitor LCD cu ecran plat de aceeași mărime, ați putea la fel de bine să vă cumpărați o mașină.

Deși orice monitor (numit uneori *display*) vă permite să folosiți calculatorul, calitatea monitorului atașat la PC determină calitatea imaginilor pe care le vedeți și, adeseori, a muncii pe care o faceți. Deși nici un monitor nu poate afișa imagini mai bune decât cele definite de semnalele primite de la adaptorul de grafică, un monitor slab poate să afișeze imaginile mult mai rău și poate limita numărul de culori și rezoluția (sau claritatea) imaginii.

## Funcția de comunicare

Activitățile cu adevărat utile pe care le poate executa un PC nu vă implică numai pe dumneavoastră, ci și lumea exterioară. Pentru a-și pune inteligența la muncă, PC-ul trebuie să comunice.

Posibilitatea unui PC de a trimite date către alte dispozitive și calculatoare și de a primi date de la acestea se numește *conectivitate*. Calculatorul dumneavoastră se poate conecta cu oricâte echipamente periferice prin intermediul porturilor de intrare/ieșire. Însă mai important este că, prin intermediul modemurilor, al rețelelor și al altor tehnologii înrudite, se poate conecta cu aproape orice PC din lume.

### Porturi de intrare/ieșire

Legătura dintre PC și echipamentele periferice se face prin intermediul porturilor de intrare/ieșire. Orice PC are nevoie de o cale oarecare de obținere a informațiilor și de folosire a acestora. Porturile de intrare/ieșire sunt principala cale pentru acest schimb de informații.

În trecut, dotarea standard a unui calculator era simplă și aproape universală – un port paralel și un port serial, de obicei ca parte a circuitelor de pe placa de bază. Standardele moderne elimină aceste porturi, așa că le vom considera (pentru scopurile acestei cărți) *porturi moștenite*.

În prezent, standarde noi și minunate se răspândesc mai repede decât puful de păpădie. Conexiunile seriale cablate se transformă în magistrale seriale universale (Universal Serial Bus – USB), în timp ce sistemele IrDA (Infrared Data Association), prin transmiterea datelor în infraroșu, permit folosirea legăturilor fără fir. La fel, porturile paralele simple au devenit magistrale externe de extensie la care pot fi conectate zeci de dispozitive, folosind un singur conector.

### Imprimante

Gândurile electronice ale unui PC sunt, prin natura lor, evanescente. Scoateți calculatorul din priză și toată munca se pierde. Mai mult, monitoarele sunt foarte greu de dat din mână în mână sau de trimis prin poștă atunci când vreți să vă faceți cunoscută ultima creație în materie de artă digitală. *Copia hard*, informația tipărită pe hârtie, rezolvă problema. Iar copiile hard sunt făcute de imprimante.

### Modemuri

Pentru conectarea cu alte PC-uri sau la surse de informații, precum rețeaua Internet, prin intermediul sistemului telefonic internațional, aveți nevoie de un modem. Fiind, în esență, un convertor de semnal, modemul adaptează datele furnizate de PC la o formă compatibilă cu sistemul telefonic.

În căutarea unor căi de transfer mai rapide decât cele furnizate de circuitele telefonice clasice, comunicațiile de date migrează către sisteme mai noi, cum ar fi serviciile telefonice digitale (precum ISDN), conexiunile de mare viteză prin cablu și legăturile digitale directe prin satelit. Fiecare dintre acestea necesită o gamă proprie de dispozitive de conectare, care nu sunt modemuri propriu-zise, dar sunt numite astfel, pentru consecvență. Dispozitivul de care aveți nevoie depinde de viteza dorită și de conexiunile pe care le aveți la dispoziție.

### Rețele

Ori de câte ori legați laolaltă două sau mai multe PC-uri, puteți spune că ați construit o rețea. Țineți toate mașinile în același loc – o clădire, o întreprindere sau, în jargonul actual, un sit – și ați obținut o rețea locală (Local Area Network – LAN). Răspândiți calculatoarele pe teritoriul unei țări, folosind legături telefonice, prin cablu sau prin satelit și obțineți o rețea de mare suprafață (Wide Area Network – WAN).

După ce vă legați la World Wide Web, calculatorul dumneavoastră încetează să mai fie o simplă cutie așezată pe birou. El devine parte a unui sistem de calculatoare internațional, unic și imens. Chiar și așa, calculatorul își păstrează toate posibilitățile și caracteristicile – dar devine mai puternic.

## Legătura dintre hardware și software

Subtitlul acestei secțiuni ar putea fi „De ce aveți nevoie de un Pentium III rapid ca să faceți ceea ce părinții dumneavoastră făceau cu PC-uri mai slabe decât calculatoarele de buzunar actuale“. Sau ați putea să mai faceți un pas în trecut și să întrebați de ce aveți astăzi nevoie de un PC ca să faceți ceea ce bunicii dumneavoastră făceau cu un pachet de fișe, un creion și o sfoară legată de deget, dar sună mai mult ca o reclamă decât ca o întrebare despre hardware. Răspunsul este că interfețele care fac parte din sistemele de operare moderne – și în special interfața hardware – folosesc atât de mult din puterea calculatorului, încât doar o mică parte rămâne pentru munca propriu-zisă. Cu siguranță, legătura dintre hardware și software merită să fie studiată.

Legătura dintre hardware și software este dintotdeauna una dintre cele mai mari probleme care trebuie rezolvate de proiectanții sistemelor de calcul – nu doar PC-uri individuale, ci întregi familii de calculatoare, care pot să ruleze aceleași programe. Aproape invariabil, soluția de legare a celor două tipuri de componente a fost suprapunerea straturilor software, atât de multe încât cele mai rapide procesoare muncesc din greu, chiar și pentru executarea unor operații simple. O parte aproape

incredibil de mare din puterea calculatorului este dedicată transferării octeților de la software la hardware, printr-un labirint de cod, totul în ideea de a face cea mai mare varietate imaginabilă de componente hardware să lucreze cu un sistem de operare universal (cel puțin dacă Microsoft va merge în continuare pe acest drum).

Problema este aceeași ca în orice ritual de împerechere. Componentele software vin de la zeița Venus. Componentele hardware vin de la Marte – sau, renunțând la aluzie pentru mai multă corectitudine, sunt create de Vulcan. Un produs software este rezultatul dragostei programatorului, un spirit efemer care poate fi doar reprezentat. Partea hardware este realitatea fizică, rezultatul muncii zeului Vulcan – durabilă, neschimbată și de multe ori la fel de scumpă ca și aurul. (Și, pentru cei care nu cred, întotdeauna logică.) Combinarea celor două elemente este o provocare a cărei rezolvare nu o veți găsi nici în ghidurile practice. Și totuși, orice PC nu numai că abordează această formidabilă problemă, dar o și rezolvă (deși poate nu atât de repede cât ați dori dumneavoastră).

Iată în ce constă provocarea: în modelul de bază al unui PC, toate instrucțiunile sunt trimise către microprocesor. Ca urmare, instrucțiunile pot controla numai microprocesorul și nu pot ajunge dincolo de acesta. Restul circuitelor din calculator și toate dispozitivele periferice conectate la acesta trebuie să primească comenzi retransmise de microprocesor. Deci microprocesorul trebuie să aibă posibilitatea să trimită semnale către aceste dispozitive. În prezent, această cale este rareori directă. Lanțul de comandă este, mai degrabă, o ierarhie, care adeseori capătă aspecte birocratice.

## Ierarhia de control

Poate cea mai bună cale de a înțelege modul prin care partea software controlează partea hardware este să vedem cum execută sistemul o comandă simplă. Haideți să începem cu o situație obișnuită.

Deoarece răbdarea vă este atât de amarnic încercată citind versiunea electronică a acestei cărți cu ajutorului browserului Web pe care îl aveți, *Internet Scapegoat*, decideți să ieșiți din program și să faceți ceva cu adevărat util – să jucați FreeCell, de exemplu. Apucați mouse-ul, mutați cursorul pe semnul „X“ din colțul din dreapta-sus al ecranului și executați clic cu butonul din stânga. În acest moment a fost realizată o legătură între hardware și software.

Apăsarea butonului a închis contactele unui comutator din interiorul mouse-ului, generând un scurt impuls electric în circuitele acestuia. Componentele hardware ale mouse-ului reacționează prin trimiterea unui mesaj către PC, prin cablul care îl leagă de acesta. Portul pentru mouse al PC-ului detectează mesajul și avertizează calculatorul, trimițând un semnal special numit *întrerupere hardware* (a se vedea Capitolul 6, „Seturi de cipuri“) direct către microprocesor.

În tot acest timp, driverul mouse-ului a numărat impulsurile trimise de mouse pentru a indica deplasarea. Driverul numără impulsurile și stochează rezultatele în memoria calculatorului.

Întreruperea determină microprocesorul să ruleze o rutină software de tratare a întreruperii, conținută de programul driver. La rândul lui, *driverul* semnalează sistemului de operare Windows că ați apăsat butonul mouse-ului. Windows caută în memorie valoarea stocată de driverul mouse-ului. Această valoare îi spune sistemului de operare unde se află cursorul mouse-ului și îi permite să stabilească modalitatea de răspuns la apăsarea butonului. Atunci când descoperă că ținta a fost semnul „X“, Windows trimite un mesaj către programul asociat semnului, respectiv browserul Web.

Browserul reacționează, mormăind în gând echivalentul numeric al expresiei „Trebuie să fie nebun!“, și imediat afișează o casetă de dialog prin care vă întreabă dacă într-adevăr doriți să ieșiți dintr-un program atât de bun. Rutina casetei de dialog este o parte a programului, dar programul construiește caseta de dialog și conținutul acesteia folosind subrutine de grafică din sistemul de operare Windows. Browserul activează rutinele prin interfața cu aplicațiile a sistemului de operare.

Dar nu sistemul de operare Windows este cel care afișează caseta de dialog. Windows acționează ca translator, convertind cererea de afișare a casetei de dialog într-o serie de comenzi pentru desenarea acesteia. Apoi trimite aceste comenzi către propriul driver de grafică. Driverul stabilește ce comenzi să folosească, astfel încât placa video să înțeleagă ce trebuie să facă. Driverul transmite noile comenzi către un alt driver, asociat plăcii video.

Driverul plăcii video transmite comenzile către porturile hardware corespunzătoare, prin care placa video acceptă instrucțiuni. Driverul trimite o serie de comenzi care determină procesorul de pe placa video (un accelerator de grafică) să calculeze unde trebuie să modifice pixelii pentru a construi liniile care vor forma caseta de dialog. După ce termină calculele, acceleratorul de grafică modifică octeții care corespund zonelor de pe ecran în care vor apărea liniile, într-o zonă specială de memorie de pe placa video, numită *buffer*[1] *de cadre*.

O altă parte a plăcii video, numită *rasterizator*, scanează bufferul de cadre, transformă datele pe care le găsește în date seriale și le trimite către portul care ajunge la monitor. Folosind ca ghid semnalele de sincronizare trimise de placa video, monitorul preia datele din fluxul de date și ilumineză pixelii corespunzători de pe ecran pentru a construi caseta de dialog.

După ce vă treziți din uimirea generată de plictiseală, vedeți pe ecran fereastra de avertizare și reacționați.

Drumul este chinuitor, dar dacă totul merge bine, durează mai puțin decât vă trebuie dumneavoastră să vă dați seama ce ați făcut. Iar dacă ceva nu merge bine, probabil se declanșează un alt lanț chinuitor de evenimente – cu PC-uri zburătoare, ferestre sparte și cioburi pe alei.

Elemente cheie în lanțul funcțiilor de comandă sunt interfața pentru programele de aplicație (API), programul driver și interfețele de dispozitiv ale componentelor hardware. Uneori este implicată și o parte specială a PC-ului, numită *BIOS*. Haideți să studiem mai în amănunt fiecare dintre aceste legături.

## Interfața API

O scurtă recapitulare: o interfață este locul în care se întâlnesc două entități distincte. Cea mai importantă dintre interfețele software din Windows este *interfața pentru programele de aplicație (Application Program Interface – API).*

API nu este o interfață fizică, ci un set standard de reguli pentru schimburile de comenzi și date. Interfața Windows API conține un set de comenzi asemănătoare cu cuvintele, numite *apeluri de program*. Fiecare dintre acestea determină sistemul de operare Windows să execute o anumită o acțiune. De exemplu, comanda DrawBox cere sistemului de operare să deseneze o casetă pe ecran, ca în exemplul precedent.

---

1 Bufferul este o zonă de memorie rezervată pentru utilizarea ca depozit intermediar, păstrând datele ce așteaptă să fie transferate dintr-o parte în alta – de exemplu de la o aplicație la un dispozitiv de intrare/ieșire. Bufferele pot face parte din memoria principală sau pot fi zone independente de memorie, aparținând unui dispozitiv. (n. trad.)

Pentru transmiterea datelor asociate comenzii – în exemplul nostru, dimensiunea și poziția casetei afișate pe ecran – multe apeluri cer programului să trimită o serie de *parametri*. Parametrii sunt date obișnuite, puse într-un format strict, în conformitate cu formatul așteptat de Windows. Aceasta înseamnă că ordinea parametrilor este predefinită, la fel ca și domeniul de valori al datelor.

Fiecare interfață software din Windows folosește un sistem asemănător de apeluri și parametri. Familiarizarea cu repertoriul complet al interfeței API este una dintre cele mai mari provocări la care trebuie să răspundă programatorii.

## Drivere de dispozitiv

Driverele de dispozitiv sunt programe care realizează corespondențe. Acestea primesc un set de comenzi standardizate de la sistemul de operare și le fac să corespundă cu posibilitățile dispozitivului pe care îl controlează. De obicei, dispozitivul controlat este o componentă hardware, dar, așa cum ați văzut în exemplul anterior, un driver poate să controleze un alt driver, care, la rândul lui, controlează o componentă hardware.

Aproape fiecare clasă de dispozitive periferice trebuie să execute funcții specifice pe care nu le mai întâlnim la alte dispozitive. Imprimantele trebuie să schimbe culorile; plăcile de grafică trebuie să afișeze cu înaltă rezoluție puncte pe ecran; plăcile de sunet trebuie să redea arpegii; plăcile de captură video trebuie să intercepteze cadre; iar mouse-ul trebuie să facă ceea ce face un mouse. Producători diferiți au idei complet diferite despre cea mai bună cale de rezolvare, chiar și pentru cele mai elementare funcții. Nici un programator (și nici un program) nu poate spera să abordeze toate posibilitățile. Este puțin probabil că puteți prevedea toate posibilitățile într-un sistem de operare care să încapă într-un teanc de discuri pe care să îl puteți căra. Pur și simplu există prea multe posibilități.

Driverele realizează conexiunile, transformând comenzile generice, proiectate pentru orice echipament hardware, în comenzi specifice dispozitivului instalat în PC-ul dumneavoastră. În loc să includă toate comenzile și modalitățile de control de care ați putea avea nevoie, driverul le conține numai pe cele corespunzătoare unui anumit produs. Driverul conține numai comenzile specifice tipului, producătorului și modelului unui produs pe care vreți să îl conectați la calculator. Fără drivere, sistemul de operare nu ar putea să comunice cu calculatorul.

Driverele de dispozitiv vă oferă și un alt avantaj. Pot fi schimbate la fel de des ca batistele. Dacă descoperiți o eroare într-un driver – să presupunem că trimiterea unui caracter F determină imprimanta să arunce afară un teanc întreg de hârtie, după care se oprește de oboseală – puteți instala un nou driver, care corectează această eroare. Nu este nevoie să schimbați dispozitivul sau să modificați programele. În unele cazuri, driverele mai noi extind posibilitățile echipamentelor periferice existente, poate fiindcă programatorii nu au avut destul timp sau inspirație ca să includă totul în versiunile inițiale.

Modul în care sunt gestionate driverele depinde de sistemul de operare. Sistemele de operare mai vechi (cum ar fi DOS sau versiunile Windows mai vechi) încarcă toate driverele la lansarea în execuție și le păstrează atât timp cât PC-ul este pornit. Windows 95 și versiunile mai noi tratează dinamic driverele, încărcându-le numai atunci când sunt necesare. Nu numai că se economisește memorie, deoarece trebuie să încărcați doar driverele care sunt de fapt folosite, dar în acest fel puteți să adăugați și să scoateți dispozitive în timpul funcționării calculatorului. De exemplu, atunci când conectați un scanner USB, Windows poate să determine tipul și modelul scannerului și să încarce driverul corespunzător pentru acesta.

Deși driverele actuale sunt încărcate automat și invizibil, lucrurile nu au fost întotdeauna atât de simple. Driverul trebuie să știe ce resurse folosește echipamentul hardware pentru comunicații. Aceste resurse sunt valorile pe care le stabiliți cu ajutorul programului Windows Add Hardware Wizard. (Executați clic pe eticheta Resources din fereastra Device Manager ca să le vedeți.) În cazul driverelor, componentelor hardware și sistemelor de operare mai vechi, mai întâi trebuia să modificați configurația fizică a componentei hardware ca să alocați resursele, apoi să configurați driverul astfel încât să corespundă cu configurația hardware. Nu era elegant, deseori nu era nici ușor, și acesta era principalul motiv pentru care utilizatorii nu puteau face dispozitivele să funcționeze – de obicei fiindcă vă creați singuri problemele. Acum, Windows creează problemele automat.

## BIOS

*Basic Input/Output System* (Sistem de intrare/ieșire de bază), sau BIOS, este o componentă multifuncțională a calculatorului personal, așa cum vom discuta în Capitolul 5, „Sistemul BIOS". Una dintre aceste funcții este asigurarea corespondenței dintre hardware și software. De fapt, codul BIOS acționează ca un program driver special, inclus în PC, astfel încât acesta să poată porni imediat ce îl scoateți din cutie.

O parte din sistemul BIOS este cod de program pentru driverele înregistrate permanent (sau semipermanent, în cazul sistemelor Flash BIOS) în cipuri speciale de memorie. Acest cod funcționează ca o interfață hardware a sistemului de operare, dar la un nivel mai scăzut; de fapt, este o interfață hardware independentă de sistemul de operare.

Programele sau sistemul de operare trimit comenzi către BIOS, iar acesta trimite instrucțiuni către dispozitivele hardware, folosind valorile corespunzătoare pentru resurse. Sistemul BIOS așteaptă în PC, gata să fie folosit.

Scopul inițial al sistemului BIOS era să asigure independența de platformă a programelor pentru PC. Aceasta înseamnă că programele nu trebuie să fie interesate de tipul PC-ului pe care rulează. Deși aceasta pare ceva simplu acum, în zilele driverelor încărcate dinamic, era doar un vis cu câțiva ani în urmă, atunci când au fost inventate calculatoarele personale. În acele vremuri întunecate, programatorii erau nevoiți să scrie comenzi specifice echipamentelor hardware folosite de PC. Schimbați componentele hardware – conectați o altă imprimantă, de exemplu – și programul nu mai funcționează. Sistemul BIOS, ca și driverele actuale, trebuia să mascheze diferențele dintre dispozitivele hardware. (Ideea, deși era bună, nu a funcționat. Ca și în cazul driverelor, codul BIOS fura o parte din performanțele PC-ului. Iar PC-urile erau atât de lente, încât programatorii preferau să ocolească sistemul BIOS în favoarea vitezei.)

Sistemul BIOS este încă folosit ca modalitate de acces la hardware înainte de încărcarea sistemului de operare. Codul BIOS al oricărui PC conține și în prezent o serie de rutine, echivalente cu driverele software, pentru manipularea operațiilor de acces la unitățile de dischetă, tastatură, imprimantă, video și la porturile paralele și seriale.

## Interfețe pentru dispozitive

Indiferent dacă programele folosesc drivere de dispozitive, trec prin BIOS sau comunică direct cu componentele hardware, legătura finală cu partea hardware poate fi făcută prin două metode, în funcție de proiectarea hardware – maparea porturilor de intrare/ieșire sau maparea în memorie. *Maparea porturilor de intrare/ieșire* se bazează pe trimiterea instrucțiunilor și a datelor prin intermediul porturilor. *Maparea în memorie* necesită transmiterea datelor prin intermediul adreselor de memorie. Cele două metode sunt conceptual asemănătoare, dar diferite prin modul de operare.

## Maparea porturilor de intrare/ieșire

Un *port* este o adresă, nu o locație fizică. Portul este o construcție logică care operează ca un sistem de adresare separat de magistrala de adrese a microprocesorului, chiar dacă folosește aceleași linii de adrese. Dacă vă imaginați adresele normale de memorie ca un set de sertare pentru păstrarea octeților, porturile de intrare/ieșire funcționează ca un alt doilea set de sertare, aflate în cealaltă parte a camerei. Pentru identificarea setului de sertare pe care îl folosește, microprocesorul controlează un semnal de identificare din magistrală, numit memorie-I/O. Dacă semnalul de control se află într-o anumită stare logică, semnalele de pe magistrală indică o locație de memorie; dacă se afă în starea opusă, magistrala indică un port de intrare/ieșire.

Mecanismul intern folosit de microprocesor pentru trimiterea datelor către un port diferă și de modul de acces la memorie. O instrucțiune, MOVE, permite microprocesorului să mute octeți din oricare registru către orice locație de memorie. Mai mult, unele operații pot fi executate în modul imediat, adică direct asupra valorilor stocate în locații de memorie.

Spre deosebire de acest mecanism, pentru porturi se folosesc perechi de instrucțiuni – *In* pentru citirea unui port și *Out* pentru scrierea la un port. Valorile citite pot fi transferate numai într-un anumit registru al microprocesorului (numit acumulator) și nu pot fi scrise decât din acest registru. Registrul acumulator are și alte funcții. Nu este posibilă executarea unor operații imediate asupra valorilor stocate de un port – ceea ce înseamnă că valorile stocate într-un port nu pot fi modificate direct de microprocesor. Acesta trebuie să încarce valoarea din port în acumulator, să o modifice și apoi să scrie noua valoare în același port.

## Maparea în memorie

Esența conceptului de mapare a memoriei este partajarea. Microprocesorul și dispozitivele hardware controlate de acesta folosesc în comun un domeniu specific de adrese de memorie. Pentru a trimite date către un dispozitiv, microprocesorul mută informațiile respective în locații de memorie, ca și cum le-ar stoca în vederea folosirii ulterioare. Pentru a obține datele, dispozitivul hardware citește aceleași locații de memorie.

Desigur, pentru a face acest lucru, dispozitivele mapate în memorie trebuie să aibă acces direct la magistrala de memorie a calculatorului. Prin această conexiune, dispozitivele pot opera atât de repede cât le permite sistemul de memorie și conexiunea la magistrală. În plus, microprocesorul poate să manipuleze direct datele stocate în locațiile de memorie folosite de conexiune, eliminând procesul de citire/modificare/scriere necesar în cazul mapării intrărilor și ieșirilor.

Cel mai cunoscut dispozitiv mapat în memorie este sistemul de afișare al PC-ului. Cele mai multe sisteme de grafică permit microprocesorului adresarea directă a bufferului de cadre în care este stocată imaginea afișată pe ecran. Acest mod de lucru permite sistemului video să opereze cu viteză maximă.

Adresele folosite pentru maparea în memorie trebuie să fie în afara domeniului în care sistemul de operare încarcă programele. Dacă pătrunde în zona de memorie folosită pentru conexiunea hardware, un program poate să modifice accidental datele stocate – ceea ce, aproape întotdeauna, are rezultate neplăcute. Mai mult, adresele de memorie folosite de o interfață nu pot servi și altor funcții, ceea ce înseamnă că în acest fel se micșorează spațiul care poate fi adresat de PC. Deși reducerea spațiului este nesemnificativă pentru PC-urile actuale, poate fi un dezavantaj important pentru sistemele mai vechi, cu un domeniu maxim de adrese între 1 și 16 megaocteți.

## Adresarea

Pentru microprocesor, diferența între porturi și memorie este una de percepție: memoria este o extensie directă a cipului. Porturile aparțin lumii exterioare. Ca urmare, scrierea la un port de intrare/ieșire este o operație mai dificilă și, de obicei, consumă mai mult timp și mai multe cicluri de ceas ale microprocesorului.

Porturile de intrare/ieșire oferă mai multă flexibilitate la proiectarea microprocesorului și a calculatorului. Pe de altă parte, vă dau mai multă bătaie de cap la instalarea accesoriilor multimedia.

Implicită în conceptul de adresare, a memoriei sau a porturilor, este livrarea corespunzătoare. Vă așteptați ca poștașul să vă aducă scrisorile acasă, nu să le arunce în cutia poștală a altcuiva. La fel, PC-ul și programele rulate pe acesta presupun că datele și instrucțiunile ajung întotdeauna acolo unde au fost trimise. Pentru a asigura livrarea corespunzătoare, adresele trebuie să fie corecte și fără ambiguități. Dacă cineva scrie o adresă greșită pe un plic, este foarte probabil ca scrisoarea să se piardă în sistemul poștal.

Pentru folosirea corespunzătoare a adreselor de porturi și de memorie, programele trebuie să cunoască adresele folosite de dispozitivele periferice. Multe funcții hardware au adrese fixe sau standardizate, care sunt aceleași pentru toate calculatoarele. De exemplu, adresele folosite de plăcile video sunt standardizate (cel puțin pentru modurile de operare de bază). De asemenea, sunt standardizate porturile folosite de cele mai multe unități de disc. Programatorii pot folosi aceste adrese în program fără să își facă probleme dacă datele trimise vor ajunge sau nu la destinație.

Abordarea pe niveluri folosită de BIOS a fost proiectată inițial pentru a elimina necesitatea folosirii adreselor explicite în programe. Driverele de dispozitiv îndeplinesc aceeași funcție, conținând adresele hardware necesare.

## Alocarea resurselor

Principalelor dispozitive hardware le-au fost atribuite adrese și zone de memorie la începutul istoriei PC-urilor și, din motive de compatibilitate, acestea nu au mai fost modificate. Printre valorile fixe sunt incluse cele pentru porturile seriale și paralele, tastatură, unități de disc și pentru bufferul de cadre în care este păstrată imaginea afișată pe monitor. Dispozitivele suplimentare și îmbunătățirile mai recente aduse dispozitivelor tradiționale au nevoie de noi alocări ale resurselor de sistem. Din nefericire, în afara alocărilor pentru componentele hardware originale nu există un standard pentru celelalte resurse. Ca urmare, producătorii au ales la întâmplare valori pentru noile produse. Mai des decât ar fi de dorit, mai multe produse pot folosi aceleași valori pentru adrese.

Producătorii încearcă să evite conflictele, oferind mai multe opțiuni pentru adresele folosite de echipamentele produse. În trecut, trebuia să selectați una dintre opțiunile oferite de producător folosind comutatoare sau jumpere. Și produsele de extensie moderne necesită alocarea resurselor, dar stabilirea valorilor se face printr-o schemă controlată software, numită *Plug-and-Play*, de obicei fără intervenția sau chiar știința dumneavoastră.

Deși, pentru a fi util, un PC are nevoie de toate cele trei elemente – hardware, software și legătura dintre acestea două – partea hardware joacă rolul principal. Fără aceasta, PC-ul nu există. Partea hardware *este* calculatorul în sine. Restul acestei cărți examinează componentele hardware individuale și tehnologiile datorită cărora PC-ul este un instrument atât de puternic.

# Capitolul 2
# Plăcile sistemului

*Tehnologia de bază a tuturor calculatoarelor personale este pla2ca cu circuite imprimate. În mod tradițional, piesa centrală a celor mai multe calculatoare personale este o placă specială cu circuite imprimate, numită placă de bază. Aceasta reprezintă coloana vertebrală a întregului sistem, din punct de vedere atât fizic, cât și logic. Pentru multe PC-uri, placa de bază reprezintă întregul sistem. Alte calculatoare sunt îmbunătățite cu ajutorul unor circuite imprimate auxiliare numite, de obicei, plăci de extensie. Circuitele de pe aceste plăci – și în special cele de pe placa de bază – definesc calculatorul, cu posibilitățile, limitele și personalitatea acestuia. Dacă în trecut proiectarea plăcii de bază se putea face oricum, noile standarde definesc dimensiunile, forma și conexiunile pe care puteți să le întâlniți. Acest capitol examinează aspectele fizice ale plăcilor de bază și plăcilor de extensie, gazde ale circuitelor electrice dintr-un PC.*

| Evaluarea unei plăci de bază | |
|---|---|
| Microprocesor (a se vedea Capitolul 3) | Placa de bază este gazda microprocesorului, iar cipul instalat determină puterea PC-ului. |
| Memorie (a se vedea Capitolul 4) | Într-un PC modern, placa de bază pune la dispoziție spațiul fizic pentru instalarea memoriei, iar capacitatea acesteia determină memoria totală pe care puteți să o instalați în PC. Așteptați-vă ca într-un PC modern să aveți destul spațiu pentru cel puțin 384 MB. |
| Sloturi de extensie (a se vedea Capitolul 7) | Sloturile de extensie permit PC-ului să se dezvolte. Un PC desktop trebuie să respecte standardul PCI și să aibă de la trei (pentru PC-urile cu profil redus) până la șase sloturi de extensie. Pentru instalarea plăcilor de extensie moștenite, ar trebui să fie suficient un singur slot ISA. Pentru sistemele notebook, căutați două sloturi CardBus – un astfel de sistem ar trebui să aibă două sloturi CardBus de tip 2. |
| Video (a se vedea Capitolele 16 și 17) | Sistemele desktop ar trebui să aibă un slot AGP (cu o placă video instalată) pentru sistemul de afișare. Unele plăci de bază (în special cele din sistemele desktop ieftine și PC-urile notebook) includ și circuitele video care stabilesc (și limitează) rezoluția și culorile afișate de PC. Rezoluția minimă ar trebui să fie 1024x768 pentru un sistem desktop, și 800x600 pentru un sistem notebook cu un preț rezonabil. |
| Audio (a se vedea Capitolul 19) | Noile plăci de bază elimină necesitatea instalării unei plăci de sunet separate, încorporând toate circuitele audio de care este nevoie. |
| Placa de rețea (a se vedea Capitolul 23) | PC-urile destinate aplicațiilor de afaceri ar trebui să aibă un port 10/100Base-T integrat pe placa de bază. Aceasta este o opțiune convenabilă și pentru sistemele casnice. |

| | |
|---|---|
| Porturi (a se vedea Capitolele 20 și 21) | Cele mai multe PC-uri conțin pe placa de bază toate porturile de care au nevoie. Un PC modern ar trebui să aibă două porturi USB. Căutați și un port paralel (de imprimantă) și un port serial pentru instalarea echipamentelor periferice mai vechi. Dacă doriți să lucrați cu echipamente video digitale, căutați un PC cu un port FireWire (IEEE-1394) integrat. |

Nu este nevoie să înțelegeți principiile electricității ca să rulați un program pe PC. De fapt, ați putea să construiți un calculator fără să folosiți electricitatea, așa cum dovedește orice vizită la Stonehenge. Dacă aveți răbdare, puteți să mutați blocuri de piatră și să calculați mișcarea Soarelui. Foarte repede vă veți da seama de ce înțelepții din Neolitic aveau bărbi lungi și sure.

Calculatoarele actuale sunt ceva mai rapide, deoarece folosesc electricitatea, care nu era mediul favorit al lui Merlin și al prietenilor lui, din cauza problemelor de control. Nu prea puteți să vă ocupați de planificare – sau de calcule – atunci când principala sursă de energie nu lovește de două ori în același loc.

Esența tehnologiei de calcul, a electronicii și chiar a aparatelor casnice moderne este faptul că am învățat să controlăm fluxurile electrice. Putem să cerem pachetelor de electroni aflați în mișcare să ne îndeplinească ordinele, să facă muncile casnice și să gândească în locul nostru.

Deși puteți să folosiți un PC fără să aveți nici cea mai mică idee despre electricitate și controlul acesteia – puteți să jucați Doom chiar dacă funcționarea unui comutator electric nu face parte din sfera dumneavoastră de cunoștințe – înțelegerea deplină a funcționării PC-ului, precum și a modului de conectare, întreținere și extindere, necesită studierea unor elemente fundamentale.

În acest capitol, vom începe cu latura fizică a folosirii electricității pentru construirea unui calculator – ce fac circuitele și cum sunt fabricate acestea. După aceste elemente fundamentale, vom mai face un pas, ajungând la plăcile construite pe baza circuitelor, plăci din care este format un PC modern.

*Placa de bază (motherboard)* este fundația electrică a calculatorului. Aceasta dă viață sistemului și ține toate elementele laolaltă, așa cum face o mamă[1] într-o familie. *Plăcile de extensie* oferă PC-ului flexibilitate, permițându-vă să îl personalizați și să îl adaptați propriilor dumneavoastră nevoi. Deși diferite ca dimensiuni și funcții, ambele tipuri de plăci operează pe baza acelorași principii electrice și sunt fabricate cu aceeași tehnologie.

# Tehnologii

Calculatoarele personale nu ar putea exista – cel puțin nu în forma cu care au obținut succesul actual – dacă nu ar fi existat două concepte: logica binară și circuitele digitale. Abordarea binară reduce datele la forma lor cea mai elementară – o particulă de informație. Un bit de date este o informație binară care nu indică decât dacă ceva există sau nu există. Logica binară vă pune la dispoziție reguli de manipulare a biților, astfel încât aceștia să reprezinte și să acționeze ca informații reale, cum ar fi numere, nume și imagini. Abordarea binară implică atât *digitizarea*, adică folosirea datelor binare pentru

1 În original este folosit termenul „motherboard“ (placă mamă), dar în traducere am preferat termenul „placă de bază“, intrat deja în uz în limba română. (n. trad.)

reprezentarea informațiilor, cât și o *algebră booleană*, setul de reguli pentru manipularea datelor binare.

Elementul logic principal din toate PC-urile moderne este un dispozitiv numit *microprocesor*, destul de important ca să merite un capitol din această carte, dar și ca să permită revoluționarea calculatoarelor personale. Microprocesorul este astăzi principalul dispozitiv de manipulare a logicii binare, iar dispozitivele actuale sunt unele dintre cele mai complexe creații umane. Circuitele electronice digitale fac posibilă manipularea rapidă și fără erori a datelor binare în interiorul microprocesoarelor.

În ciuda complexității microprocesorului, tehnologia care îl face să funcționeze este destul de simplă. Microprocesorul nu face decât să controleze un flux de semnale electrice. Este un circuit electronic, un tip special numit *circuit logic digital*. Singurul lucru remarcabil în privința microprocesoarelor este semnificația pe care o acordăm semnalelor controlate de acesta.

## Circuite logice digitale

Esența logicii digitale, care stă la baza funcționării microprocesorului și a plăcii de bază, este posibilitatea folosirii unui semnal electric pentru a controla un altul.

În circuitele logice digitale moderne, baza controlului este *amplificarea*, procesul prin care un curent de intensitate mai mică este folosit pentru a controla un curent de intensitate mai mare (sau o tensiune mai mică pentru a controla o tensiune mai mare). Curentul de intensitate (sau tensiune) mai mare imită variațiile curentului mai slab, folosit pentru control, dar este mai puternic – adică amplificat. Prin faptul că fiecare modificare a semnalului mai puternic corespunde exact fiecărei modificări din semnalul mai slab, dispozitivele care amplifică semnalele în acest mod se numesc *analogice*. Intensitatea semnalului de control poate reprezenta informații care variază continuu – cum ar fi nivelul sunetului dintr-un sistem audio stereo. Semnalul electric dintr-un astfel de echipament este o analogie a sunetului pe care îl reprezintă.

În primii ani de evoluție a tehnologiei electronice, principalul scop al inginerilor era îmbunătățirea amplificării analogice. În definitiv, în lipsa amplificării, semnalele scad până când nu mai rămâne nimic. Apariția informațiilor digitale și a primelor calculatoare a oferit inginerilor un alt mod de folosire a amplificării.

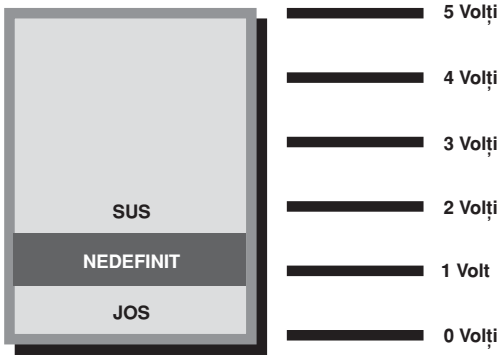
Cazul limită al amplificării apare atunci când semnalul de control determină semnalul mai puternic să treacă de la cea mai mică valoare pe care o poate avea – de obicei zero – la valoarea cea mai mare. Cu alte cuvinte, semnalul mai puternic este activat și dezactivat – comutat – sub controlul semnalului mai slab. Cele două stări ale semnalului de ieșire (activ și inactiv) pot fi folosite ca părți ale unui cod binar care reprezintă informații. De exemplu, comutatorul poate fi folosit pentru producerea unei serii de șapte impulsuri, reprezentând numărul 7. Deoarece informațiile pot fi codificate ca grupuri de astfel de numere (digits), dispozitivele electrice care folosesc tehnologia de comutare sunt descrise ca *digitale*. Rețineți că această comutare corespunde direct unei alte modalități de control de tip activ/inactiv, cum ar fi apăsarea unei taste de telegraf – un concept asupra căruia vom reveni în capitolele următoare.

Concret, un sistem electronic digital lucrează cu semnale de tip *sus (high)* și *jos (low)*, corespunzătoare valorilor numerice zero și unu. În sistemele logice mai vechi, aceleași

valori sunt numite, deseori, adevărat și fals. În general, valoarea numerică *unu* și valoarea logică *adevărat* corespund unui semnal electronic „sus“. Totuși, anumite coduri numerice speciale inversează această relație.

În circuitele electrice practice, semnalele sus și jos corespund doar în mare stărilor activ și inactiv. Sistemele logice digitale standard definesc semnalele sus și jos ca *domenii* de tensiuni. Semnalul „sus“ este reprezentat de un domeniu de tensiuni apropiat de tensiunea maximă acceptată de sistem, iar semnalul „jos“ este reprezentat de un domeniu de tensiuni apropiat de zero (dar nu obligatoriu până la, sau inclusiv zero). Între cele două domenii se află un domeniu de tensiuni nedefinite, care se întinde de la limita de jos a domeniului de sus până la limita de sus a domeniului de jos. Sistemul digital ignoră tensiunile aflate în domeniul nedefinit. Figura 2.1 prezintă relațiile dintre cele trei domenii de tensiuni.

**FIGURA 2.1**
*Semnificația nivelurilor de tensiuni TTL.*




Probabil cel mai cunoscut standard este TTL (de la transistor-transistor logic – logică tranzistor-tranzistor). În sistemul TTL, care încă este des întâlnit în echipamentele pentru PC-uri, zero logic (jos) înseamnă orice tensiune mai mică decât 0,8 volți, iar unu logic (sus) înseamnă orice tensiune peste 2,0 volți. Domeniul între 0,8 și 2,0 volți este nedefinit.

Pe măsură ce PC-urile moderne au trecut la tensiuni mai mici, nivelul de sus al domeniului corespunzător valorii unu logic a coborât – de exemplu, de la vechiul standard de 5,0 volți la 3,3 volți pentru ultimele echipamente de calcul (și chiar tensiuni mai mici în cazul noilor microprocesoare cu consum mic de energie) – dar relația dintre cele două domenii, împreună cu domeniul intermediar de tensiuni nedefinite, au rămas neschimbate. De obicei, sistemele moderne păstrează aceleași domenii pentru valoarea zero logic și pentru valorile nedefinite, coborând doar limita de sus a domeniului de tensiuni TTL.

Atunci când este aplicat tensiunii de operare a unui microprocesor, Intel numește *STD* nivelul de 3,3 volți. Conform specificațiilor microprocesoarelor Intel, nivelul STD precizează că tensiunea de operare este cuprinsă în domeniul 3,135-3,6 volți. Pentru creșterea fiabilității cipurilor de înaltă viteză, Intel specifică un nivel de operare mai înalt, numit VRE, având valoarea nominală de 3,5 volți, dar care se poate încadra între 3,4 și 3,6 volți. Deoarece nivelul VRE asigură o diferență mai mare între valorile logice sus și jos, procesoarele care funcționează la viteză mare elimină mai ușor zgomotele care pot împiedica funcționarea corectă.

Sistemele digitale sunt la fel de expuse la zgomote ca și sistemele analogice. Totuși, un sistem analogic nu poate distinge zgomotele de variațiile subtile ale semnalului util. Zgomotul devine o parte a semnalului, fiind transmis și amplificat o dată cu acesta. Cu cât distanța de transmitere este mai mare și amplificarea este mai puternică, cu atât

semnalul este afectat în mai mare măsură de zgomote și, ca urmare, este mai degradat. Dacă zgomotul are un nivel prea mare, semnalul analogic nu mai poate fi folosit. Sistemele digitale ignoră urmele de zgomot care se adaugă semnalului util. În mod obișnuit, chiar dacă la semnalul digital se adaugă un zgomot, acesta nu este destul de puternic ca să tragă semnalul din domeniul „jos“ în domeniul nedefinit. Deoarece sistemul digital acordă aceeași semnificație întregului domeniu de tensiuni joase, micile modificări introduse de zgomot într-un domeniu dat sunt pur și simplu ignorate. Mai mult, deoarece zgomotul este ignorat, de fiecare dată când semnalul trece printr-un circuit logic (echivalentul digital al amplificării analogice), zgomotul este eliminat complet din semnal. La fiecare trecere printr-un circuit logic, semnalul iese mai clar și fără zgomote. În timp ce în cazul semnalelor analogice zgomotul se acumulează continuu, sistemele digitale elimină continuu zgomotele apărute.

## Componente electronice

Esența oricărui sistem logic digital este faptul că un curent electric (sau o tensiune) poate controla un altul. Nu contează dacă microprocesorul înțelege mai multe sau mai puține instrucțiuni, dacă este la fel de rapid ca fulgerul sau este mai lent decât un melc – funcționarea lui depinde de acest principiu al controlului electric. De-a lungul anilor, îmbunătățirea tehnologiilor a dus la perfecționarea constantă a mecanismelor de control, permițând circuitelor electronice să devină mai dense (mai multe funcții în capsule mai mici) și mai rapide.

Prima metodă de control electric al fluxului electric are la origine telegraful. În loc să facă doar zgomot, solenoidul emițătorului unui telegraf a fost adaptat astfel încât să închidă contacte electrice – realizând un mecanism care astăzi se numește *releu*. Ca mod de funcționare, un releu este un comutator controlat de un electromagnet. Activarea electromagnetului cu un curent slab determină mutarea unui set de contacte care comută un curent mai puternic. Pentru releu nu contează dacă curentul de control are originea în aceeași cutie sau dacă a fost emis de pe un alt continent. Releul, componenta de bază a calculatorului Mark V, creat de laboratoarele Bell în 1946, este încă folosit în echipamentele electrice moderne.

### Tuburi cu vid

Tuburile cu vid au îmbunătățit modelul releului prin eliminarea părții mecanice a comutatoarelor cu acționare de la distanță. Tuburile cu vid au fost dezvoltate pornind de la invenția din anul 1880 a lui Edison – becul cu incandescență. În 1904, John Ambrose Fleming a descoperit că electronii se deplasează dinspre filamentul incandescent al becului, încărcat cu sarcină negativă, către o placă colectoare rece, încărcată cu o sarcină pozitivă, dar nu și în sens invers, creând astfel dioda cu vid. În 1907, Lee De Forest a creat dispozitivul numit Audion, cunoscut acum sub numele de triodă cu vid, care interpunea o grilă de control între filamentul fierbinte (catod) și placa rece (anod). Grila permitea dispozitivului Audion să stăpânească forța de atracție a sarcinilor electrice de semn opus și de respingere a sarcinilor cu același semn, astfel încât o mică sarcină electrică putea controla fluxul de electroni care se deplasa în vidul din interiorul tubului.

Avantajul tubului cu vid față de releu, în ceea ce privește controlul semnalelor, este viteza. Releul operează la viteza permisă de mecanică, probabil de câteva mii de operații pe secundă. Tubul cu vid poate ajunge la câteva milioane de comutări pe secundă. Primele mașini recunoscute drept calculatoare (precum Eniac) erau construite din mii de tuburi, fiecare configurat ca o poartă logică digitală.

## Semiconductoare

Folosirea tuburilor cu vid pentru construirea calculatoarelor a ridicat mai multe probleme. În primul rând, efectul de încălzire: pentru a funcționa, tuburile trebuie să lumineze la fel ca becurile, ceea ce duce la generarea unei cantități de căldură – destul de mare ca mai degrabă să miroasă decât să prelucreze date. Și, la fel ca becurile, tuburile cu vid se ard. Calculatoarele mari bazate pe tuburi trebuiau oprite în fiecare zi pentru întreținere și aveau nevoie de mai mulți tehnicieni. În plus, circuitele cu tuburi sunt mari. Calculatoarele cât o casă din filmele SF ale anilor '50 sunt depășite cu ușurință, ca putere de calcul, de PC-urile desktop actuale. În modelele de calculatoare bazate pe tuburi, pentru fiecare poartă logică este nevoie de un tub, care ocupă un spațiu considerabil mai mare decât un singur microprocesor, cu zeci de milioane de porți logice. Dimensiunea fizică nu este doar o problemă de depozitare. Cu cât calculatorul este mai mare, cu atât mai mult timp îi trebuie unui impuls electric să parcurgă circuitele – chiar și la viteza luminii – și, prin urmare, cu atât mai încet gândește calculatorul.

Drumul către calculatoarele personale actuale a fost marcat de o altă descoperire în electronică: *tranzistorul*, creat în 1947 în Laboratoarele Bell și anunțat în 1948, ca rezultat al echipei formate din John Bardeen, Walter Brattain și William Shockley. Construit din trei straturi de germaniu (și, mai târziu, siliciu), tranzistorul a fost înzestrat cu capacitatea de a permite unui curent aplicat unui strat să modifice fluxul unui curent mai mare, dintre celelalte două straturi. Spre deosebire de tubul cu vid, tranzistorul nu are nevoie de elemente calde, deoarece curentul trece numai prin materiale solide – germaniu sau siliciu – de aici provenind și numele tehnologiei fără tuburi, *solid-state electronics*[1] *(electronica corpului solid)*.

Germaniul și siliciul sunt materiale speciale (de fapt, metale) numite semiconductoare. Termenul descrie modul în care aceste materiale opun rezistență la trecerea curentului electric. Rezistența semiconductoarelor este mai mare decât a conductoarelor (cum ar fi sârma de cupru), dar mai mică decât a izolatoarelor (plasticul în care sunt învelite firele).

Un conductor slab, care nu este un izolator, este un lucru la fel de remarcabil ca și apa caldă. Infuzarea unor atomi de impurități în structura microscopică a semiconductorului modifică radical caracteristicile electrice ale materialului și face posibilă electronica bazată pe semiconductoare. Procesul de adăugare a impurităților se numește dopare. Unele impurități adaugă cristalului electroni (purtători de sarcini negative); alte impurități lasă goluri în cristal, acolo unde ar trebui să fie electroni, iar aceste goluri acționează ca purtători de sarcini pozitive. Electricitatea traversează ușor joncțiunea dintre cele două materiale atunci când electronii suplimentari dintr-o parte se deplasează către golurile din cealaltă parte a semiconductorului, deoarece acestea acceptă electronii, pe care îi transmit în continuare circuitului. În direcția opusă, fluxul electronic este împiedicat de faptul că partea mai bogată în electroni nu acceptă electroni suplimentari, transmiși prin joncțiune de partea cu goluri. Cu alte cuvinte, curentul electric circulă într-o singură direcție prin joncțiunea semiconductorului, la fel ca prin dioda cu vid.

Tranzistorul original era format din trei straturi de materiale diferite, cu două joncțiuni. În mod normal, curentul electric nu poate trece printr-un astfel de aranjament, deoarece

1 În traducere *ad literam* „electronica stării solide". Totuși, termenul se referă numai la dispozitivele electronice bazate pe semiconductoare, nu și la cele mecanice, cum ar fi releele. (n. trad.)

cele două joncțiuni sunt orientate în sensuri opuse, fiecare blocând fluxul sarcinilor electrice într-o direcție. Trucul care face să funcționeze tranzistorul constă în eliminarea unor electroni din joncțiunea care împiedică trecerea fluxului de electroni. Un mic curent extrage surplusul de electroni și permite unui curent mai mare să treacă prin joncțiune. În acest fel, tranzistorul poate să amplifice sau să comute curent.

Un semiconductor este adeseori descris prin tipul de impurități adăugate în structură: tip N pentru un semiconductor cu electroni suplimentari (purtători de sarcini negative) și tip P pentru un semiconductor cu goluri (purtători de sarcini pozitive). Tranzistoarele obișnuite, cu trei straturi, pot avea două configurații, NPN și PNP, în funcție de tipul semiconductorului din stratul de mijloc.

Cele mai multe circuite din calculatoarele moderne sunt construite cu un tip de tranzistor în care curentul circulă printr-un canal îngust de material semiconductor și este controlat de o tensiune aplicată unei porți dintr-un oxid metalic care înconjoară canalul. Cea mai cunoscută varietate de tranzistoare de acest tip este realizată dintr-un material semiconductor de tip N, iar tehnologia folosită se numește NMOS, prescurtarea de la N-channel Metal Oxide Semiconductor. O tehnologie înrudită combină dispozitivele construite cu canale de tip P și N și se numește CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor), deoarece materialele N și P sunt complementare (opuse).

Într-o anumită perioadă, microprocesoarele tipice erau construite cu tehnologia NMOS. Deși modelele NMOS au avantajul simplității de proiectare și al dimensiunii mici (chiar și la nivel de microcip), ele au și un dezavantaj important: atunci când sunt active, porțile NMOS consumă constant electricitate. Deoarece aproximativ jumătate din zecile sau sutele de mii de porți ale unui microprocesor sunt active la un moment dat, un cip NMOS poate consuma destul de mult curent. Acest flux electric continuu generează căldură și consumă energie, ceea ce face ca circuitele NMOS să nu fie potrivite pentru calculatoarele miniaturizate (care pot fi dificil de răcit) și pentru echipamentele care funcționează cu baterii, cum ar fi calculatoarele notebook.

Unele microprocesoare mai vechi și cele mai multe microprocesoare actuale folosesc tehnologia CMOS. Circuitele CMOS sunt mai complexe decât circuitele NMOS echivalente, deoarece pentru fiecare poartă este nevoie de mai multe tranzistoare (cel puțin o pereche). Dar această complexitate are un avantaj. Atunci când un tranzistor dintr-o poartă CMOS este activat, tranzistorul complementar este inactivat, ceea ce micșorează fluxul de curent care trece prin perechea complementară de tranzistoare ce formează circuitul. O poartă CMOS care este în așteptare, menținându-și doar starea, aproape nu are nevoie de energie. În timpul schimbării stării, fluxul de curent este mare, dar de durată mică. Ca urmare, cu cât o poartă CMOS își schimbă mai des starea, cu atât consumă mai mult curent și generează mai multă căldură. Cu alte cuvinte, cu cât un circuit CMOS operează mai repede, cu atât devine mai fierbinte. Această relație dintre viteză și creșterea temperaturii este unul dintre factorii care limitează viteza de lucru a microprocesoarelor.

Tehnologia CMOS poate duplica orice funcție logică realizată cu tehnologia NMOS, dar cu un consum mult mai mic de energie. Pe de altă parte, costurile de producție sunt mai mari, datorită complexității sporite a circuitelor.

## Circuite integrate

Tranzistorul rezolvă câteva dintre problemele folosirii tuburilor cu vid pentru construirea calculatoarelor. Tranzistoarele sunt mai mici decât tuburile și generează mai puțină căldură, deoarece nu trebuie să emită lumină ca să funcționeze. Dar pentru

fiecare poartă logică este nevoie de unul sau mai multe tranzistoare (precum și de alte componente electronice). Dacă alocați fiecărei porți logice un spațiu de numai un inci pătrat, pentru toate porțile logice dintr-un microprocesor precum Pentium Pro ați avea nevoie de o placă de circuite cu latura de aproximativ 70 de metri.

La sfârșitul anilor '50, Robert N. Noyce de la firma Fairchild Instrument și Jack S. Kilby au avut, independent unul de altul, aceeași strălucită idee de a combina mai multe dispozitive semiconductoare într-o singură capsulă. În mod normal, tranzistoarele sunt „crescute" sub forma unor cristale pe folii subțiri de siliciu numite *vafe*. De obicei, pe același strat de siliciu sunt crescute, în același timp, sute de tranzistoare. În loc să taie folia de siliciu pentru a obține tranzistoare separate, inginerii au conectat tranzistoarele (le-au integrat), creând pe același strat un circuit electronic complet. Kilby a făcut legăturile între dispozitive cu ajutorul unor fire microscopice; Noyce și-a imaginat o cale de fabricare a circuitelor de interconectare a dispozitivelor direct pe siliciu. Dispozitivul electronic obținut, pentru care Noyce a obținut un brevet de inventator pe 30 iulie 1959, a devenit cunoscut sub numele de *circuit integrat* (CI). Aceste dispozitive sunt astăzi numite cipuri[1], deoarece sunt construite pe o singură bucată de siliciu, un mic fragment din cristalul original. Tehnologia circuitelor integrate a fost adaptată atât pentru circuitele digitale cât și pentru cele analogice. Totuși, nivelul maxim de dezvoltare a acestei tehnologii a fost atins prin crearea microprocesorului.

Parțial datorită invenției lui Noyce, compania Fairchild s-a dezvoltat în anii '60 ca producător de semiconductoare. Compania a fost cumpărată de Schlumberger Ltd. în 1979, apoi a fost vândută firmei National Semiconductor în 1987.

Circuitele integrate au câteva avantaje față de tranzistoarele individuale (discrete), în special datorită miniaturizării. Cel mai important aspect este faptul că integrarea reduce cerințele de împachetare. În locul unei capsule de plastic sau de metal pentru fiecare poartă, mai multe porți (milioane chiar) pot fi combinate într-o singură capsulă.

Deoarece curentul din interiorul cipului nu trebuie să interacționeze cu circuitele externe, cipurile pot fi făcute oricât de mici, ceea ce conduce și la micșorarea circuitelor în care sunt montate cipurile. De fapt, dimensiunea elementelor din interiorul circuitelor integrate este determinată în principal de tehnologia de fabricare; circuitele interne sunt atât de mici cât pot fi produse de echipamentele actuale de fabricație. Ultimele microprocesoare Intel, care folosesc tehnologia circuitelor integrate, încorporează echivalentul a aproape zece milioane de tranzistoare, folosind interconexiuni care măsoară în grosime mai puțin de patru zecimi de micron (milionimi de metru).

În trecut, pentru circuitele integrate a fost stabilită o ierarhie de nume, în funcție de dimensiunea elementelor de circuit. Circuitele integrate obișnuite erau cele mai grosolane în construcție. Circuitele cu integrare pe scară mare (large-scale integration – LSI) conțineau între 500 și 20.000 de elemente de circuit pe un singur cip; circuitele cu integrare pe scară foarte mare (very large-scale integration – VLSI) conțineau mai mult de 20.000 de elemente de circuit. Toate microprocesoarele folosesc tehnologia VLSI, deși cele mai recente produse au devenit atât de complexe (Pentium Pro, de exemplu, conține echivalentul a 5,5 milioane de tranzistoare) încât a fost inventat un nou termen: circuite cu integrare pe scară ultra largă (ultra large-scale integration – ULSI).

---

1 De la cuvântul englezesc *chip*: fragment, așchie. (n. trad.)

## Circuite imprimate

Un circuit integrat este ca o roată dințată dintr-un mecanism complex. Nu poate face nimic de unul singur. Pentru a-și îndeplini funcția, trebuie să fie conectat la restul mecanismului. Circuitul integrat are nevoie de căi prin care să obțină și să transmită în afară semnalele electrice și logice pe care le manipulează. Cu alte cuvinte, fiecare circuit integrat dintr-un PC trebuie să fie conectat logic și electric – în esență, aceasta înseamnă că trebuie să fie legat prin fire.

De fapt, în cazul primelor dispozitive electrice, legăturile necesare erau asigurate chiar prin fire. Fiecare fir transmitea un semnal dintr-un punct în altul, creându-se astfel o tehnologie numită *cablare punct la punct*. Deoarece oamenii lipeau, de obicei, manual firele în punctele de conexiune, folosind un dispozitiv de lipit, metoda este uneori numită și *cablare manuală*. În perioada tuburilor cu vid, când cel mai simplu circuit ocupa un spațiu de mai mulți centimetri pătrați, aceasta era o metodă acceptabilă, chiar dacă nu foarte eficientă. Astăzi, conectarea punct cu punct este de neconceput, deoarece un PC conține, într-un spațiu de câteva zeci de centimetri pătrați, echivalentul a jumătate de milion de tuburi cu vid. Pentru a le conecta manual ar fi nevoie de o mână fină și de o sârmă foarte subțire. Timpul necesar tăierii, dezizolării și lipirii fiecărui fir ar face construirea unui PC o muncă de o viață.

Cu mult timp înainte de apariția primului PC, inginerii au găsit o cale mai bună de conectare a dispozitivelor electrice – *placa cu circuite imprimate*[1]. În prezent, plăcile cu circuite imprimate au devenit un standard pentru aproape toate dispozitivele electronice. Cuvântul „placă“ din termenul „placă de bază“ provine de la faptul că asamblarea se face pe o placă cu circuite imprimate.

### Fabricare

Tehnologia plăcilor cu circuite imprimate permite ca întreaga schemă de cablare a unui circuit să fie fabricată în același timp, printr-un proces rapid care poate fi mecanizat în întregime. Firele de conectare sunt reduse la niște trasee de cupru, tăiate după un model dintr-o folie de cupru lipită de substratul care formează structura de suport a plăcii cu circuite imprimate. În cazul calculatoarelor, acest substrat este, de obicei, un material compozit de culoare verde, numit sticlă epoxidică, deoarece este format dintr-o țesătură de fibră de sticlă, întărită cu o rășină epoxidică. Dispozitivele electronice mai puțin pretențioase (a se citi „ieftine“) folosesc, în locul acestui material, un substrat de culoare maronie din plastic fenolic.

Cele mai simple plăci cu circuite imprimate iau naștere ca o folie subțire de cupru, lipită pe un substrat. Folia de cupru este acoperită cu un strat de protecție la gravare (fotorezist), un material sensibil la lumină. Atunci când este expus la lumină, fotorezistul devine rezistent la acțiunea unor compuși, cum ar fi acidul azotic, care reacționează puternic cu cuprul. O imagine negativă a circuitului final este plasată peste folia de cupru acoperită cu fotorezist, apoi este expusă la o sursă puternică de lumină. Procesul este asemănător cu developarea unei fotografii. Placa expusă la lumină este scufundată apoi într-o soluție de gravare, un amestec care atacă folia de cupru acolo unde nu este protejată de pelicula de fotorezist expusă la lumină. Rezultatul este un model din cupru pe substrat, corespunzător originalului fotografic. Traseele de cupru pot fi apoi folosite

1 Termenul din limba engleză este prescurtat uneori „PC board“, ceea ce poate crea confuzie, deoarece nu întotdeauna aceste plăci sunt folosite pentru calculatoare (PC este prescurtarea de la „printed circuit“). (n. trad.)

pentru a conecta diversele componente electronice care vor forma circuitul final. În acest fel, toată partea de cablare a plăcii de circuite este fabricată într-o singură etapă.

Atunci când schema de cablare este prea complicată pentru a fi fabricată cu succes pe o singură față a substratului, inginerii pot trece la o tehnologie puțin mai complexă, fabricând plăci imprimate pe ambele fețe. Traseele de pe fiecare față a plăcii sunt expuse separat la lumină, dar sunt corodate în același timp, printr-o singură baie în soluție de gravare. În general, traseele de pe o parte a plăcii sunt paralele între ele și perpendiculare pe traseele de pe cealaltă parte. Cele două fețe ale plăcii sunt conectate prin intermediul componentelor montate pe placă sau prin *găuri metalizate* făcute în placă și apoi umplute cu cositor, pentru a asigura o conexiune electrică.

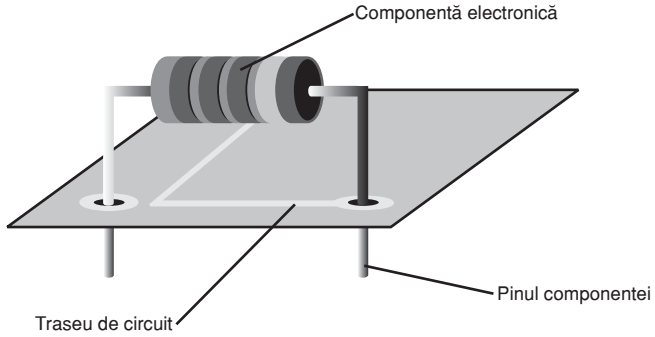
Pentru implementarea unor modele și mai complexe, inginerii au proiectat *plăci multistrat*. Acestea sunt, în esență, două sau mai multe plăci imprimate pe ambele fețe, lipite astfel încât să formeze un singur ansamblu. Cele mai multe plăci de bază pentru calculatoare folosesc tehnologia multistrat, atât pentru a implementa circuite complexe, cât și pentru a îmbunătăți caracteristicile semnalelor. Uneori un strat este lăsat aproape complet acoperit cu cupru, acționând ca un ecran care împiedică semnalele din celelalte straturi să interacționeze. Aceste ecrane sunt legate, de obicei, la masa de împământare și, ca urmare, sunt numite *planuri de împământare*.

Una dintre cele mai mari probleme ale plăcilor imprimate multistrat (lăsând deoparte dificultățile de fabricare) este dificultatea de reparare. Îndoirea unei plăci multistrat poate duce la întreruperea unui traseu ascuns în centrul plăcii. Un astfel de defect nu poate fi remediat cu ușurință.

## Tehnologia de montare a pinilor în găuri

Pentru montarea componentelor pe plăcile cu circuite imprimate se folosesc pe scară largă două tehnologii. Tehnologia mai veche se bazează pe introducerea *pinilor în găuri.* În placa cu circuite sunt făcute, cu ajutorul unor mașini electrice, găuri acolo unde trebuie să fie montate componentele electronice. De obicei, alte mașini introduc în aceste găuri pinii componentelor (sârmele care ies din capsulele componentelor), îndoaie ușor pinii, astfel încât componentele să nu se miște, apoi fixează permanent componentele cu cositor, care formează un contact fizic și electric. Figura 2.2 prezintă instalarea unei componente electronice prin această tehnologie.

**FIGURA 2.2**
*Tehnologia de montare a componentelor prin introducerea pinilor în găuri.*




Cele mai multe plăci cu circuite produse în masă cu tehnologia de montare a pinilor în găuri folosesc pentru lipirea componentelor o tehnologie numită *lipire în baie de aliaj)*. După introducerea în găuri și îndoirea pinilor, placa imprimată este deplasată de o bandă rulantă pe deasupra unei cuve în care se află un aliaj topit de cositor și plumb. Un

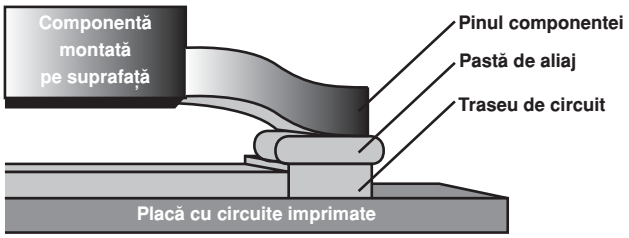
val în cuvă extinde aliajul de lipit până la placă, acoperind pinii și traseele de circuit. După răcire, aliajul fixează toate componentele în montaj.

Componentele pot fi montate și lipite manual, una câte una, în găurile de pe placă. Deși fabricarea manuală a plăcilor este scumpă și durează mai mult, poate fi eficientă dacă este nevoie de un număr mic plăci. Pentru serii mari, mașinile automate micșorează costurile și măresc producția; asamblarea manuală este folosită, de obicei, la producerea prototipurilor și a seriilor mici, dar poate fi singura metodă de asamblare pentru companiile mici, care nu își pot permite nici mașini automate, nici producerea în serie mare a plăcilor.

### Tehnologia de montare pe suprafață

O metodă mai nouă de montare a componentelor, tehnologia de *montare pe suprafață*, promite o miniaturizare suplimentară și costuri mai mici decât tehnologia de montare în găuri. Componentele nu mai sunt fixate pe placă cu ajutorul găurilor, ci sunt lipite temporar cu o pastă de aliaj. După ce toate componentele au fost fixate în locurile corespunzătoare, întreaga placă este introdusă într-un cuptor cu temperatură controlată, care topește aliajul și fixează permanent componentele. Figura 2.3 ilustrează tehnologia de montare pe suprafață.

**FIGURA 2.3**
*Tehnologia de montare pe suprafață.*




Componentele montate pe suprafață sunt mai mici decât componentele echivalente montate în găuri, deoarece nu au nevoie de pini. De asemenea, fabricarea este mai simplă, deoarece nu mai este necesară găurirea plăcilor cu circuite imprimate. Deoarece nu mai sunt necesari pini mari, capsulele componentelor sunt mai mici, așa că în același spațiu de pe placă pot fi montate mai multe componente.

Pe de altă parte, montarea pe suprafață nu este o tehnologie potrivită pentru prototipuri sau pentru seriile mici. De asemenea, repararea unei astfel de plăci poate fi un adevărat calvar. Tehnicienii văd cu greu componentele, pe care, de multe ori, nu le pot manevra decât cu pensete și cu mult noroc. În plus, multe plăci pe care există componente montate pe suprafață conțin și componente montate în găuri, așa că este nevoie și de găuri și de lipirea în baie de aliaj.

## Plăci de bază

Aproape toate PC-urile și calculatoarele compatibile au o trăsătură comună: au ca fundație o singură placă cu circuite, de dimensiuni mari. În multe cazuri, această placă – numită de obicei *placă de bază* – înseamnă, în esență, întregul calculator. Aproape în totalitate autonomă, placa de bază include componentele electronice vitale care definesc PC-ul: microprocesorul, circuitele de suport, memoria și, de multe ori, circuitele care asigură funcțiile video și audio. Toate componentele pe care vreți să le adăugați la calculator se conectează la magistrala de extensie, care este o parte a plăcii de bază. Fiind o componentă fundamentală, placa de bază definește PC-ul și caracteristicile acestuia. Circuitele pe care le conține determină performanțele generale ale sistemului. Fără o placă de bază nu ați avea un PC.

Într-un PC modern, placa de bază este piesa mare și verde din centrul carcasei. De obicei, producătorii de calculatoare construiesc PC-ul în jurul plăcii de bază. Aici sunt montate toate circuitele importante care compun calculatorul. Magistrala de extensie a plăcii de bază asigură o fundație pentru dezvoltarea ulterioară, ceea ce vă permite să adăugați PC-ului dumneavoastră noi componente și funcționalități.

Deschideți calculatorul și veți vedea placa de bază. De obicei, placa de bază este montată pe latura de jos a calculatoarelor desktop sau în lateral, pe verticală, la calculatoarele tower și mini-tower. Aceasta este cea mai mare placă de circuite din interiorul PC-ului – probabil cea mai mare placă din orice dispozitiv electronic pe care îl aveți acasă sau în birou. De obicei, placa de bază are forma unei foi groase de culoare verde și dimensiunea unei coli de hârtie, fiind decorată cu o mulțime de componente electronice.

Deși toate plăcile de bază arată cam la fel, această asemănare ascunde multe diferențe legate de tehnologia și proiectarea PC-ului. Unii producători se străduiesc să îngrămădească pe placa de bază cât mai multe componente. Alții pun pe ea cât mai puține circuite. Diferențele între cele două moduri de abordare afectează atât costul inițial al PC-ului, cât și posibilitățile ulterioare de utilizare și extindere.

## Moduri de proiectare

Nimic din conceptul de calculator nu implică existența unei plăci de bază. Puteți construi un calculator fără o astfel de placă – cel puțin dacă aveți destule cunoștințe despre circuitele digitale și despre fabricarea componentelor electronice, ca să nu mai vorbim de răbdarea care ar face ca Iov să pară un membru al generației TV. Construirea unui PC în jurul unei plăci centrale de circuite pare ceva evident, chiar natural, numai fiindcă aceasta este soluția aproape universal folosită. Inginerii au proiectat primele PC-uri comercializate în masă în jurul unei plăci mari, de culoare verde, și acest model a fost păstrat până astăzi.

Totuși, obișnuința nu este singurul motiv pentru care există plăcile de bază. Pentru producătorii de PC-uri, modelul plăcii de bază este o atracție evidentă. Construirea unui PC cu o singură placă de bază este adeseori cea mai economică metodă, cel puțin dacă scopul dumneavoastră este să asamblați calculatoare și să le scoateți pe piață. Există și alte soluții, care se pot dovedi mai flexibile și mai potrivite pentru unele aplicații. Abordarea modulară, folosită pentru unele dintre aceste soluții, vă permite mai multă libertate în construirea și modernizarea sistemului, în încercarea de a ține pasul cu evoluția tehnologică.

Modul de proiectare cu placa de bază ca element central este, de fapt, un compromis. Modelul de bază al PC-ului este o combinație între două filozofii de proiectare total opuse. Una dintre aceste abordări are ca scopuri diversitatea, adaptabilitatea și posibilitățile de extindere, obținute prin montarea elementelor funcționale individuale (microprocesor, memorie și circuite de intrare/ieșire) pe plăci separate, instalate în conectoare care fac legătura între aceste plăci printr-o magistrală. Astfel de mașini sunt cunoscute sub numele de calculatoare orientate pe magistrală. Soluția opusă se concentrează asupra economiei și simplității, reunind toate componentele esențiale ale calculatorului pe o singură placă. Fiecare dintre aceste modele are propriile avantaje.

### Calculatoare orientate pe magistrală

În momentul dezvoltării primului PC, modelul orientat pe magistrală era considerat un mod de abordare conservator. Un model cu adevărat orientat pe magistrală pare a fi total opus modelului plăcii de bază. În loc să centralizeze circuitele pe o singură placă, modelul orientat pe magistrală împarte aceste circuite pe mai multe plăci. Este ca și cum

am aplica modelul orașului Los Angeles la proiectarea calculatoarelor – întins pe o suprafață mare, dar fără un centru bine definit. Un sistem de autostrăzi leagă laolaltă toate elementele, formând o comunitate. În modelul orientat pe magistrală, sistemul de autostrăzi se numește *magistrală*.

Numele original al magistralei[1] a fost ales deoarece toate semnalele magistralei „călătoresc" împreună și se opresc la aceleași conectoare aflate de-a lungul drumului. Cele mai cunoscute calculatoare mici din era pre-PC erau construite în jurul standardului de magistrală *S-100*. Numele avea un rol descriptiv, indicând faptul că magistrala completă conținea 100 de conexiuni. Cele mai multe calculatoare mai mari construite în perioada lansării pe piață a PC-urilor foloseau tot modelul orientat pe magistrală.

Modelul orientat pe magistrală permitea configurarea personalizată a fiecărui calculator, în funcție de scop și de domeniul de utilizare. La magistrală era atașată orice componentă necesară aplicației. Dacă era nevoie, puteați conecta la magistrală procesoare mai puternice sau chiar mai multe procesoare. Această proiectare modulară permitea extinderea sistemului pe măsură ce se dezvoltau cerințele activității deservite. De asemenea, operațiile de întreținere sunt simplificate. Orice placă individuală care se defecta putea fi scoasă și înlocuită rapid, fără operații la nivelul circuitelor.

De fapt, în lumea calculatoarelor mai mici, produse înaintea apariției PC-ului, modelul orientat pe magistrală era o necesitate, deoarece nici o placă de dimensiuni acceptabile nu putea conține toate circuitele necesare pentru construirea unui calculator. Mulțimea de circuite trebuia împărțită pe mai multe plăci, iar magistrala era cea mai simplă cale de conectare a acestora. Deși miniaturizarea aproape a eliminat cerința existenței unui spațiu mare pe placă, modelul orientat pe magistrală mai apare uneori la suprafață. Veți întâlni uneori PC-uri cu destinație specială, cum ar fi sistemele numerice de control sau serverele de rețea, care folosesc modelul orientat pe magistrală pentru a profita de avantajul modularității.

## Calculatoare pe o singură placă

Apariția circuitelor integrate, a microprocesoarelor și a montajelor miniaturizate care combină mai multe componente electronice într-o singură capsulă, adeseori nu mai mare decât o unghie, a redus foarte mult numărul de plăci de circuite necesare pentru construirea unui calculator. Spre sfârșitul anilor '70, a devenit posibilă, din punct de vedere practic, crearea unui calculator pe o singură placă.

Reducerea calculatorului la o singură placă de circuite era dezirabilă din mai multe motive. Cel mai important este costul. Mai puține plăci de circuite înseamnă mai puține cheltuieli de fabricație și mai puține materiale. Nu numai că plăcile pot fi micșorate, dar pot fi eliminate și circuitele care asigură conectarea fiecărei plăci la magistrală. Mai mult, calculatoarele construite pe o singură placă sunt mai fiabile. Conectoarele sunt părțile cele mai expuse la defectare. Modelul plăcii unice elimină conectoarele de magistrală ca sursă potențială de defectare a sistemului.

Pe de altă parte, tehnologia calculatoarelor pe o singură placă este mai puțin flexibilă decât cea orientată pe magistrală. Din momentul ieșirii de pe banda de fabricație, caracteristicile plăcii unice rămân fixate pentru totdeauna. Un calculator construit pe o singură placă nu poate deveni mai puternic și nu își poate depăși limitele originale. Nu se poate adapta la noile dezvoltări tehnologice.

1 În engl. *bus* – autobuz. (n. trad.)

Deși dezavantajele construirii unui calculator pe o singură placă fac această tehnologie nepotrivită pentru calculatoarele desktop (ceea ce nu înseamnă că nu este folosită), ea s-a dovedit funcțională pentru multe calculatoare laptop și notebook. Calculatoarele construite pe o singură placă au avantajul de a fi compacte, adică tocmai ceea ce se urmărește la proiectarea PC-urilor notebook, pentru economisirea spațiului și micșorarea greutății. Lipsa posibilităților de extindere este tolerată pentru obținerea unui model portabil mai compact.

Calculatoarele notebook sunt un exemplu de proiectare pe o singură placă. Create astfel încât să fie autonome, reducând în același timp la minimum masa și volumul, calculatoarele notebook trebuie să includă cât mai multe lucruri pe plăcile de circuite. În încercarea de a obține un model cât mai compact, eliminarea conectoarelor necesare magistralei de extensie reprezintă unul dintre cei mai mari pași.

De asemenea, calculatoarele notebook ilustrează și dezavantajele modelelor proiectate pe o singură placă. Tehnologiile folosite în calculatoare se dezvoltă rapid, dar inovațiile în diferite domenii apar independent. Un PC notebook performant în momentul creării poate rămâne în urmă într-un anumit domeniu de operare. De exemplu, puteți să cumpărați un calculator notebook foarte rapid și să descoperiți doar câteva luni mai târziu că a apărut un nou tip de modem, cu viteză mare, la un preț pe care vi-l puteați permite. Un sistem construit pe o singură placă, cu un modem integrat, va rămâne pentru totdeauna cu modelul mai vechi și mai lent de modem. Dacă însă aveți posibilitatea să adăugați circuite în PC, puteți să adaptați sistemul la noile standarde și tehnologii, pe măsură ce acestea devin disponibile.

Toate calculatoarele notebook mai bune îmbogățesc modelul plăcii unice cu o magistrală de extensie miniaturizată, specializată, cum ar fi PC Card sau CardBus (a se vedea Capitolul 7, „Magistrala de extensie“).

## Modele mixte

În loc să respecte cu strictețe modelul plăcii unice sau modelul orientat pe magistrală, companiile care au lansat pe piață primele calculatoare mici au îmbinat cele două filozofii, combinând într-un singur model avantajele fiecăreia. În implementarea IBM inițială a acestui proiect, primul model de PC, exista o placă de dimensiuni mari care conținea circuitele de bază ce defineau calculatorul, dar erau disponibile și spații pentru extindere și adaptare.

De-a lungul istoriei calculatoarelor personale, funcțiile au migrat dinspre plăcile auxiliare către placa de bază. Primele PC-uri aveau nevoie de plăci suplimentare pentru porturile seriale și paralele. PC-urile moderne includ aceste porturi, împreună cu porturile USB (și chiar FireWire), pe placa de bază. La un moment dat, cea mai mare parte a memoriei de sistem, interfețele pentru sistemul de stocare masivă, circuitele audio de calitate înaltă, adaptoarele de rețea și circuitele video aveau nevoie de plăci suplimentare. În prezent, multe sisteme includ toate aceste funcții direct pe plăcile de bază.

Această migrare are cel puțin trei motive: așteptările utilizatorilor, costul și posibilitățile. Pe măsură ce puterea și potențialul calculatoarelor personale au crescut, cumpărătorii așteaptă tot mai mult de la PC-uri. Cerințele de bază pentru un calculator personal au crescut atât de mult încât caracteristici care, la un moment dat, erau considerate opțiuni acum fac parte din setul obligatoriu. Pentru a lărgi piața calculatoarelor personale, producătorii au făcut eforturi mari de reducere a prețurilor. Includerea funcțiilor elementare ale unui calculator pe placa de bază contribuie la reducerea generală a

costurilor, din aceleași motive pentru care producerea unui calculator pe o singură placă costă mai puțin decât în cazul unui calculator orientat pe magistrală. În plus, folosind tehnologiile moderne, producătorii pot include mai multe componente pe o singură placă de circuite. Pe placa de bază a PC-ului original nu mai era nici un spațiu liber pentru funcții suplimentare. Astăzi, toate funcțiile unui PC de sute de ori mai puternic decât modelul original încap în câteva cipuri.

Așa cum se întâmplă cu orice tendință, în proiectarea PC-urilor apar și dispar tendințe contradictorii. Unii proiectanți au optat pentru complicarea sistemelor pe care le produc, în ideea de a le face mai ușor de modernizat, prin excluderea de pe placa de bază a unor componente esențiale, cum ar fi microprocesorul. Rațiunea care stă la baza acestei proiectări mai modulare este aceea că furnizează producătorului (și vânzătorului) mai multă flexibilitate. Producătorul poate lansa mai repede noi modele, prin simpla instalare a unei noi plăci de extensie; nu este nevoie să fie reproiectate circuitele de suport de pe placa de bază. În același timp, distribuitorii își pot reduce inventarele. În loc să depoziteze mai multe modele, vânzătorul (ca și producătorul) poate să păstreze un singur tip de cutie, în care să instaleze modulul cu microprocesorul corespunzător, în funcție de cereri. Pentru dumneavoastră, cumpărătorii, acest sistem modular promite posibilități de modernizare, un concept dezirabil din punct de vedere teoretic (un PC care nu ajunge niciodată să se învechească), dar adeseori impracticabil (deoarece modernizarea unui sistem existent este rareori o strategie eficientă în privința costurilor).

Compromisul realizat reprezentat de o placă mare cu sloturi de extensie va continua să fie o soluție populară atât timp cât PC-urile vor trebui să aibă posibilități de extindere și adaptare. Totuși, în timp, vă puteți aștepta ca sistemele construite pe o singură placă să apară din nou sub forma unor produse specializate, cum ar fi o mașină de redare a secvențelor multimedia (un mijloc de distracție inteligent, în esență un videocasetofon mai educat) sau un calculator de rețea care să vă conecteze televizorul la World Wide Web (în esență, un PC fără posibilități de învățare).

## Terminologie

Tu spui „tomate“, eu spun „roșii“. Haideți să rezolvăm această problemă. Dacă nu vorbim aceeași limbă, gătitul sau construirea unui PC pot fi o provocare mai mare decât ar trebui. Chiar și în cazul unor lucruri clare, precum placa de bază, terminologia vă poate juca feste. Acest termen are mai multe sinonime, între care există mici diferențe, uneori insesizabile.

S-ar putea să întâlniți și alți termeni care înseamnă „placă de bază“ sau ceva asemănător: placă de sistem (system board), placă planară (planar board), placă principală (main board), placă mamă (motherboard), placă logică (logic board) și placă „fund de sertar“ (backplane).

**Plăci de sistem.** Acet termen este ceva mai mult decât versiunea de-sexualizată a termenului „placă mamă“, introdus de IBM în lumea calculatoarelor personale, o dată cu lansarea primelor modele. În momentul respectiv, America era preocupată de problema egalității între sexe și persoane bine intenționate, dar naive din punctul de vedere al lingvisticii, confundau genurile cu sexul. Termenul placă de sistem este destul de potrivit, deoarece indică rolul plăcii ca piesă centrală a întregului sistem de calcul. IBM continuă să folosească acest termen pentru a se referi la plăcile de bază.

**Plăci planare.** Deși poate părea doar un alt cuvânt neutru care să înlocuiască termenul „placă mamă“, există și o diferență. Deși toate plăcile moderne de circuite sunt planare, în sensul că formează o suprafață plană, *placa planară* a unui PC formează planul de montare a întregului sistem.

**Plăci de bază.** Intel se referă deseori la plăcile mamă (motherboards) cu termenul *baseboard* în multe manuale tehnice. Totuși, Intel nu folosește cu consecvență acest termen; de exemplu, în manualul din mai 1996 produsul VS440FX este numit „placă mamă“, în timp ce în manualul din decembrie 1995 produsul Performance/AU este numit „placă de bază“.

**Plăci principale.** Probabil o contribuție a producătorilor de plăci din afara Statelor Unite, termenul *main board* ar putea fi rezultatul unei traduceri. Oricum, termenul este potrivit – placa principală este cea mai mare placă de circuite din calculator, reprezentând fundația pe care este construit calculatorul, și, ca urmare, chiar *este* placa principală din carcasa PC-ului.

**Plăci logice.** În lumea Apple Macintosh, principala placă din interiorul unui calculator este deseori numită *placă logică* (logic board) – deși toate plăcile de circuite din interiorul unui calculator se bazează pe logica digitală.

**Plăci „fund de sertar“.** Un alt termen folosit pentru descrierea plăcii de bază dintr-un PC este *placă fund de sertar (backplane).* Termenul este împrumutat din tehnologia calculatoarelor orientate pe magistrală. În primele modele orientate pe magistrală toate conectoarele de extensie din calculator erau legate printr-o singură placă de circuite. Plăcile de extensie culisau prin panoul frontal și erau inserate în conectoarele de extensie de pe placa de bază, aflată în spate. Deoarece placa era obligatoriu planară și se afla în spate, termenul „backplane“ („planul din spate“) era perfect descriptiv. În modelele ulterioare, aceste plăci au fost montate și în partea de jos a carcasei calculatorului.

Plăcile „fund de sertar“ sunt considerate active dacă, așa cum se întâmplă în cazul PC-ului, conțin circuite logice active. O placă fund de sertar pasivă nu conține decât conectoare de extensie, legate prin fire sau prin cablaj imprimat. Plăcile de sistem ale celor mai multe calculatoare personale pot fi descrise ca plăci fund de sertar active, deși cei mai mulți ingineri rezervă termenul „backplane“ pentru calculatoarele orientate pe magistrală în care microprocesorul este inserat ca extensie în placa „fund de sertar“, în loc să fie montat pe aceasta. Circuitele active de pe plăcile „fund de sertar“ active, în această definiție limitată, ar cuprinde logica de control a magistralei, care facilitează comunicațiile dintre plăci.

## Cerințe fizice

Pe lângă faptul că reprezintă suportul fizic pentru circuitele esențiale ale PC-ului, placa de bază trebuie să permită și o formă oarecare de extindere. În PC-urile desktop, placa de bază este gazda unor conectoare electrice speciale, numite *conectoare de extensie*, care vă permit să instalați plăci cu circuite imprimate suplimentare. Spațiul care poate fi ocupat de o placă de extensie se numește *slot de extensie* sau, mai simplu, slot.

Și PC-urile notebook sau alte sisteme portabile permit instalarea plăcilor de extensie, dar sub o altă formă. Placa de circuite este închisă într-o carcasă de protecție, de obicei îmbrăcată în aluminiu, formând un ansamblu aproape monolitic numit cartelă PCMCIA sau PC Card. Termenul PCMCIA este o prescurtare a numelui organizației care stabilește standardele pentru aceste cartele, Personal Computer Memory Card International Association. PC Card este un termen care descrie unul dintre standardele de interfață folosite de aceste cartele. Cei mai mulți oameni numesc spațiul care poate fi ocupat de aceste cartele slot PCMCIA sau slot de cartele.

Producătorii de calculatoare nu pot să proiecteze la întâmplare spațiile de extensie de pe plăcile de bază. Proiectarea se face conform unor reguli susținute de standarde.

Pe lângă standardizare, alte aspecte care merită atenție sunt numărul, dimensiunea și modul de aranjare a sloturilor. Aceste aspecte determină posibilitățile de extindere ale PC-ului. Un alt aspect important este spațiul dintre conectoarele de magistrală. Dacă acestea sunt prea apropiate, proiectanții vor fi obligați să folosească numai componente cu înălțimea mai mică sau să plaseze componentele pe orizontală, ceea ce conduce la consumarea unui spațiu prețios. Chiar și numărul conectoarelor poate fi stabilit sau limitat de standardul de magistrală.

## Standardul de magistrală

Principala caracterizare a plăcilor de bază se face după standardul pe care îl respectă pentru caracteristicile fizice și electrice ale sloturilor de extensie. Această alegere stabilește ce plăci pot fi conectate la placa de bază – cu alte cuvinte, ce produse puteți folosi pentru modernizarea PC-ului. Deși domeniul din care puteți alege nu mai este atât de larg, variația rămâne.

Standardele de extensie pentru plăcile de bază ale PC-urilor desktop au trecut printr-o evoluție lungă, cu un număr de variații interesante, dar, în esență, irelevante astăzi. În prezent, piața este dominată de un singur standard (PCI) și singura opțiune este dacă o anumită placă de bază sau un anumit PC acceptă vechile plăci de extensie care respectă standardul ISA. Situația este mai simplă în lumea PC-urilor notebook, deoarece evoluția acestora a fost mai scurtă și nu a trecut prin perioada haotică din primele zile ale dezvoltării PC-urilor. Veți găsi o discuție completă despre istoria standardelor de extensie în Capitolul 7.

## Numărul sloturilor

Numărul sloturilor de extensie dintr-un PC este un compromis între mai mulți factori. Cu cât aveți mai multe sloturi, cu atât este mai bine, dar un PC cu un număr infinit de sloturi ar fi infinit de mare. Dimensiunile practice ale plăcii de bază și ale carcasei limitează spațiul disponibil pentru sloturi.

Numărul sloturilor este limitat și din considerente electrice. Semnalele de mare viteză folosite de magistralele de extensie actuale sunt greu de controlat. Cu cât viteza este mai mare, cu atât pot fi instalate mai puține sloturi. Chiar și la 33 MHz, cel mai popular standard actual pentru magistralele de extensie acceptă numai trei sloturi pentru fiecare controller.

Adăugarea mai multor sloturi necesită circuite de control suplimentare, care cresc prețul PC-ului (ca și conectoarele de extensie, de altfel). Deoarece producătorii încearcă să economisească și cele mai mici sume, tendința este de a reduce numărul de sloturi.

Numărul sloturilor de extensie de care aveți nevoie pe o placă de bază depinde de câte funcții au fost integrate de producător chiar pe placa de bază. Cele mai multe PC-uri obișnuite ocupă unul sau două sloturi cu echipamente standard (cum ar fi o placă video sau un modem). Pe durata vieții de trei până la cinci ani a unui PC obișnuit, este posibil să adăugați mai multe noi accesorii, poate chiar ceva la care nici nu v-ați gândit atunci când ați cumpărat calculatorul. Trebuie să planificați dinainte necesitățile de extensie.

Pentru sistemele notebook sunt suficiente două sau chiar mai puține sloturi, deoarece acestea încorporează toate funcțiile normale ale unui PC pe plăcile de bază. Cu toate acestea, două sloturi sunt mai bune decât unul, și probabil veți folosi tot ce aveți la dispoziție. Rețineți că PC-urile extraplate, pentru care este cel mai probabil să existe un singur slot, sunt cele care de cele mai multe ori ar avea nevoie de două sloturi. De

exemplu, este posibil ca aceste sisteme să aibă nevoie de un slot pentru instalarea unei unități CD, care ar fi deja inclusă într-un sistem cu grosime mai mare.

## Spațiul între sloturi

Plăcile de extensie sunt obiecte tridimensionale (ca orice obiect din lumea reală). Pe lângă lungime și lățime, acestea au și o grosime. Standardul PCMCIA specifică explicit toate cele trei dimensiuni ale cartelelor. Pentru calculatoarele desktop, grosimea plăcilor de extensie este mai degrabă implicită, fiind determinată de spațiul dintre sloturile de extensie. Dacă spațiile dintre sloturi sunt prea mici, plăcile nu încap. Mai rău, plăcile se pot atinge, scurtcircuitând un semnal și cauzând operarea eronată sau nefuncționarea totală a calculatorului. Dacă spațiul dintre sloturi este prea mare, într-un PC de dimensiuni rezonabile vor încăpea mai puține plăci, limitând posibilitățile de extensie.

Placa cu circuite imprimate propriu-zisă este destul de subțire, având o grosime de aproximativ 1/8 inci, și poate fi chiar mai subțire în cazul plăcilor de dimensiuni reduse. Grosimea plăcilor de extensie și cerințele privind spațierea corespunzătoare a sloturilor sunt determinate de componentele instalate pe placă – ceea ce poate însemna chiar o altă placă cu circuite imprimate, fixată pe prima ca un pește ventuză.

Componentele montate pe suprafață permit construirea unor plăci mai subțiri, dar componentele mai înalte domină încă piața, așa că spațiul dintre sloturi a rămas neschimbat din 1982. Pe toate plăcile de bază, distanța între centrele conectoarelor de extensie este de 0,8 inci (2,03 cm).

Acest standard nu limitează numai grosimea plăcilor de extensie, dar dictează și numărul de sloturi care pot fi puse la dispoziție de o placă de dimensiuni date. Placa de bază trebuie să fie destul de lată pentru a asigura spațiul necesar pentru toate sloturile pe care urmează să le conțină. Unele plăci de bază sunt doar cu puțin mai mari de atât.

În orice caz, spațiul dintre sloturi a fost stabilit arbitrar. Acesta reprezintă ceea ce dezvoltatorii primelor PC-uri au considerat a fi un compromis optim între o organizare compactă și suficient spațiu pentru componentele circuitelor. Alegerea a fost destul de bună, deoarece a rezistat până în prezent.

## Organizarea sloturilor

Pentru PC-urile desktop, organizarea sloturilor este, în mare măsură, problema celor care proiectează sistemele. Atât timp cât plăcile de extensie încap în calculator, nu trebuie să vă faceți griji. Proiectantul, în schimb, trebuie să lupte cu semnale ale căror caracteristici electrice sunt pe cale să invadeze domeniul cuptoarelor cu microunde. Unele aspecte pur electronice cauzează funcționarea eronată a magistralelor la viteze mari și interacțiunea negativă cu alte circuite electronice, prin generarea interferențelor.

Magistralele de extensie pun proiectanților mai multe probleme decât alte circuite, deoarece necesită realizarea unui compromis între mai multe cerințe conflictuale. Magistrala de extensie trebuie să opereze la o viteză cât mai mare, pentru a atinge o rată de transfer maximă. De asemenea, magistrala de extensie trebuie să asigure un număr de conectoare pentru atașarea dispozitivelor periferice, iar aceste conectoare trebuie să fie destul de îndepărtate pentru a permite instalarea unor dispozitive periferice de grosime rezonabilă. Cu alte cuvinte, magistrala trebuie să se întindă pe mai mulți inci. O soluție obișnuită constă în folosirea mai multor magistrale scurte în locul uneia lungi. Deși conectoarele de pe placa de bază par să lege toate sloturile de extensie la o singură magistrală, dacă sistemul are mai mult de trei sloturi de extensie de viteză mare, probabil folosește mai multe magistrale, fiecare cu un controller pentru alimentarea sloturilor.

Pentru PC-urile desktop sau tower trebuie luat în considerare și un alt aspect de proiectare – dacă plăcile de extensie sunt inserate pe verticală sau pe orizontală. În sistemele cu mărime standard, plăcile de extensie sunt montate perpendicular pe placa de bază. Ca rezultat, planul principal al plăcilor de extensie este vertical în sistemele desktop și orizontal în sistemele tower. În unele PC-uri desktop compacte, numite modele *cu profil redus*, instalarea plăcilor de extensie se face paralel cu placa de bază, adică pe orizontală în sistemele desktop.

Deși pare a fi doar un aspect estetic, alinierea sloturilor de extensie are și o importanță practică. Plăcile verticale se răcesc în mod natural, prin convecție. Curenții de aer urcă pe lângă fiecare placă, răcind și componentele aflate mai în interior. Plăcile așezate pe orizontală împiedică răcirea prin convecție, deoarece blochează curenții de aer. În general, PC-urile cu plăci de extensie orizontale ar trebui să aibă un sistem de răcire activ; tradus din limbajul birocratic, aceasta înseamnă că au nevoie de un ventilator care să antreneze un curent de aer pentru răcirea plăcilor.

Organizarea sloturilor este mai complicată în calculatoarele notebook, unde organizarea sloturilor PCMCIA poate să determine tipul cartelelor care pot fi instalate în PC. Cele mai multe PC-uri notebook au două sloturi, dispuse la fel ca țevile unei puști de vânătoare – una lângă alta sau una peste alta. Cele două opțiuni nu sunt echivalente din punct de vedere funcțional. Cartelele PC Card pot avea trei grosimi (despre care vom discuta ceva mai târziu) și cele mai multe sloturi acceptă cartele din cele două tipuri mai subțiri. Dacă sloturile sunt instalate unul peste altul, puteți să instalați două cartele mai subțiri sau o cartelă mai groasă. Deși acest aranjament vă oferă cele mai multe posibilități de extindere, multe calculatoare notebook extraplate nu au decât sloturi montate unul lângă celălalt.

## Standarde

Plăcile de bază moderne pot avea orice formă sau dimensiune, în funcție de modelul calculatorului. Libertatea de proiectare este limitată numai de necesitatea folosirii unor conectoare de extensie cu dimensiuni standard. Totuși, multe PC-uri sunt construite pornind de la plăci de bază care pot avea una dintre cele câteva dimensiuni standard. Această standardizare este o problemă de convenienţă, permițând producătorilor de PC-uri o mai mare flexibilitate în alegerea furnizorilor – datorită dimensiunilor standardizate, plăcile de bază sunt interschimbabile.

Pentru cumpărătorii unui nou calculator, standardizarea plăcilor de bază are și un dezavantaj. Producătorii de PC-uri vând sisteme echipate cu plăcile de bază *ale zilei*, adică cele mai ieftine plăci disponibile în momentul asamblării PC-ului. Pe de altă parte, un PC construit în jurul unei plăci de bază de dimensiune standard vă permite îmbunătățirile ulterioare. Dacă nu mai sunteți satisfăcut de performanțele calculatorului, puteți să înlocuiți placa de bază cu una mai puternică.

Primele standarde pentru plăcile de bază au urmat liniile directoare stabilite de IBM, copiind dimensiunile fizice ale plăcilor folosite de cele mai populare mașini IBM. Chiar dacă au tăiat bucăți destul de mari din plăcile originale ca să micșoreze costurile, cei mai mulți producători au menținut compatibilitatea cu modelele IBM, păstrând pozițiile găurilor de montare, astfel încât o placă să poată fi înlocuită cu alta. Această moștenire a fost transmisă până la unele dintre cele mai noi modele de plăci.

După ce IBM și-a pierdut poziția în procesul de stabilire a dimensiunilor standard pentru plăcile de bază, domeniul calculatoarelor a trecut printr-o perioadă de derivă. Marii producători au dezvoltat propriile modele, fără să țină seama de produsele mai vechi, în timp ce producătorii mai mici au păstrat compatibilitatea cu produsele anterioare. În prezent, situația s-a schimbat, o dată cu apariția noilor standarde pentru

plăcile de bază, de această dată promulgate de Intel. Cel mai recent dintre acestea, *modelul de placă de bază ATX*, merge chiar mai departe, specificând nu numai dimensiunile și poziția găurilor de montare ale plăcii, dar și tipul și poziția conectoarelor. Pentru standardizarea plăcilor de bază ale stațiilor de lucru mai puternice, în domeniul PC-urilor au fost dezvoltate recent *specificațiile WTX*.

Primele diferențe în proiectarea plăcilor de bază au apărut la producătorii de *calculatoare mici (small-footprint PC)*, mașini proiectate la dimensiuni mai mici, astfel încât să ocupe mai puțin spațiu pe birou. Pentru a ajunge la dimensiuni mai modeste, aceste calculatoare au renunțat la o parte din posibilitățile de extensie, reducând numărul sloturilor de extensie și al compartimentelor pentru discuri. Mulți producători au creat PC-uri cu *profil redus (low profile PC)*, micșorând înălțimea sistemului prin instalarea pe orizontală a plăcilor de extensie. Aceste modele au impus modificări față de organizarea standardizată a plăcilor de bază. Industria PC-urilor a acceptat modelul cu profil redus și a creat două standarde în sprijinul noului concept. Mai întâi a apărut *placa de bază LPX*, și o variantă mai mică a acesteia (*mini-LPX*). Pentru a răspunde cerințelor noilor tehnologii folosite pentru memorie și microprocesoare (precum și pentru includerea altor caracteristici) industria PC-urilor a adoptat *placa de bază NLX*.

În general, producătorii mai mici folosesc plăci de bază cu dimensiuni standard. Producătorii mai importanți își pot permite costurile proiectării unor carcase proprii și a plăcilor de bază corespunzătoare. Chiar și producătorii mari preferă plăcile cu dimensiuni standard, cel puțin pentru produsele care folosesc cele mai recente microprocesoare. De fapt, sistemele care folosesc cele mai noi microprocesoare au adeseori aceleași modele de plăci de bază, deoarece folosesc plăci proiectate și produse de Intel. Chiar și producătorii mari se bazează pe plăcile de bază Intel, până când inginerii lor ajung să stăpânească particularitățile noilor cipuri. De exemplu, toate calculatoarele bazate pe primele procesoare Pentium Pro, cu foarte puține excepții, folosesc plăci de bază de dimensiuni standard, fabricate de Intel.

## Primele plăci de bază

Prima placă de bază pentru PC-uri a fost cea folosită de modelul original Personal Computer lansat de IBM. Aceste plăci măsurau aproximativ 8,5x11 inci (21,6x28 cm) și aveau cinci sloturi de extensie în colțul din stânga-spate, montate cu intervale de câte un inci între ele. Acest spațiu s-a dovedit a fi prea generos și, după un an, a fost abandonat pentru noile sisteme. Al doilea model, creat de IBM în 1982, a stabilit pentru distanțele dintre sloturi un standard care a rezistat până în prezent, fiind folosit în aproape toate PC-urile. În cazul plăcii de bază XT, IBM a redus spațiul dintre sloturi la 0,8 inci. Dimensiunile acestei plăci, 8,5x12 inci (21,6x30,5 cm), au devenit curând standardul *de facto* în întreaga industrie a calculatoarelor personale. Unele plăci de bază sunt proiectate și acum cu aceste dimensiuni, prezentate în Figura 2.4.

În încercarea producătorilor de a dezvolta PC-uri mai puternice, principalul dezavantaj al modelului XT s-a dovedit a fi dimensiunea – placa era prea mică pentru a permite instalarea tuturor componentelor necesare în primele sisteme. IBM a mărit dimensiunile plăcii de bază XT la 13,5x12 inci, creând placa de bază AT, prezentată în Figura 2.5.

Tipodimensiunea plăcii AT a devenit un alt standard industrial *de facto* pentru anii ’80 și începutul anilor ’90. Unii producători încă folosesc acest model.

Principala cale prin care producătorii de calculatoare au redus prețul sistemelor a fost folosirea avantajelor oferite de integrarea pe scară mai mare a circuitelor. După ce o anumită clasă de microprocesoare a fost lansată pe piață, de obicei la un interval de

unu-doi ani, producătorii de circuite dezvoltă o nouă tehnologie prin care reduc numărul de cipuri necesare pe placa de bază. În loc de câteva zeci, principalele circuite de pe placa de bază pot fi reduse la trei sau patru cipuri. Mai puține cipuri înseamnă mai puțin spațiu ocupat pe placa de bază. Prin reducerea dimensiunilor fizice ale plăcii de bază, se pot reduce costurile materialelor folosite pentru producerea acesteia. În acest fel producătorii sunt stimulați să creeze plăci de bază miniaturizate.

**FIGURA 2.4**
*Dimensiunile și organizarea plăcii de bază XT.*

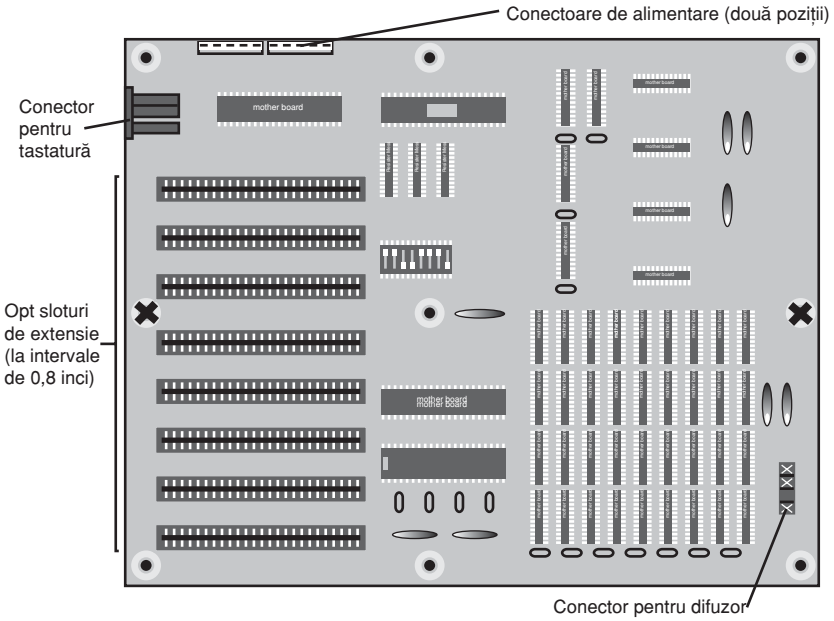
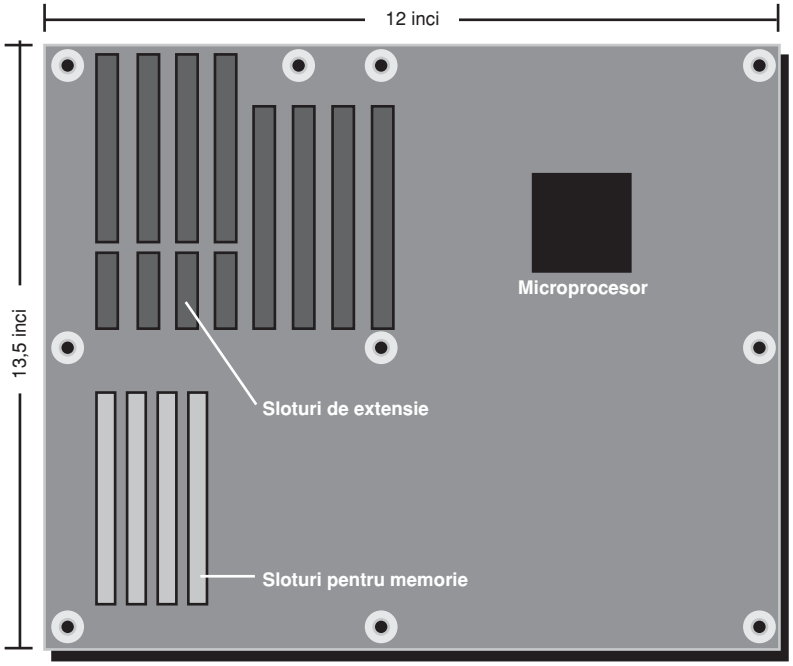
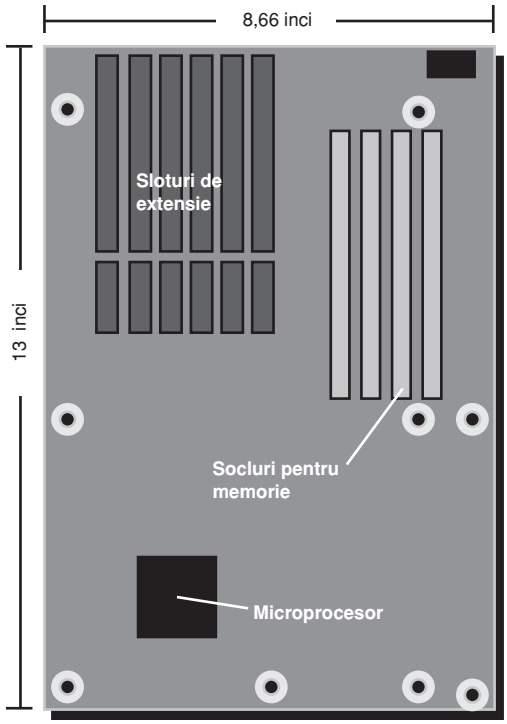

Conectoare de alimentare (două poziții)
Conector pentru tastatură
Opt sloturi de extensie (la intervale de 0,8 inci)
Conector pentru difuzor

**FIGURA 2.5**
*Placa de bază AT și pozițiile șuruburilor de prindere.*



Deoarece pozițiile găurilor de prindere și intervalele dintre sloturile de extensie ale plăcii de bază AT au devenit, de-a lungul anilor, standarde industriale, inginerii au creat modele mai mici de plăci de bază care păstrează aceste caracteristici. Plăcile mai mici compatibile cu modelul AT se numesc *plăci de bază mini-AT*.

**FIGURA 2.6**
*Placa de bază mini-AT tipică.*




Deși dimensiunile exacte diferă de la un producător la altul, o placă de bază mini-AT măsoară cam 13x8,7 inci (330 pe 220 milimetri), cu sloturile de extensie paralele cu latura mai lungă a plăcii. Figura 2.6 ilustrează organizarea generală a plăcii de bază mini-AT.

Deși această formă nu este un standard propriu-zis, mulți producători încă oferă plăci de bază numite „mini-AT". Totuși, în anii următori, modele cu adevărat standardizate vor înlocui atât placa de bază mini-AT, cât și celelalte modele de început.

## Placa de bază ATX

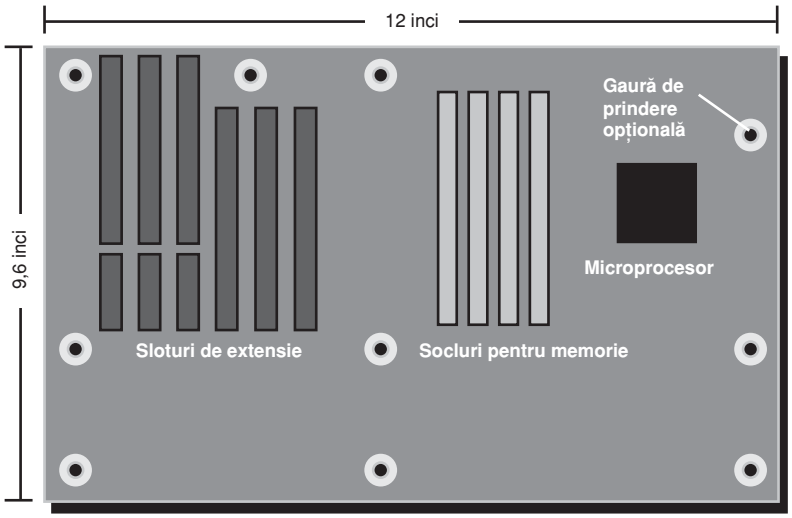
Pentru a aduce o oarecare uniformitate în proiectarea plăcilor de bază, industria calculatoarelor personale a creat un nou standard, care, în mare parte, păstrează dimensiunile plăcii mini-AT, dar aduce câteva inovații de proiectare care au ca rezultat costuri mai mici. Numit *ATX*, acest standard a fost promulgat de Intel, dar a fost publicat fără restricții. Intel a lansat cea mai recentă versiune, 1.1, în februarie 1996, rafinând modelul inițial pe baza reacțiilor primite din partea producătorilor din domeniu.

Principala inovație de proiectare în cazul plăcii ATX este rotirea cu 90 de grade față de modelul mini-AT, astfel încât axa lungă a plăcii să fie paralelă cu panoul din spate al șasiului. Standardul ATX definește numărul și poziția găurilor de prindere ale plăcii și face recomandări privind poziția componentelor, a plăcilor de extensie și a conectoarelor pentru porturi. Deși standardul nu impune configurația și tipul sloturilor de extensie, sunt vizate în special modelele ISA, PCI și combinațiile ISA/PCI. De asemenea, placa permite folosirea tensiunilor de 5,0 sau 3,3 volți (sau ambele simultan).

Orientarea mai puțin obișnuită a plăcii simplifică plasarea porturilor. Această orientare asigură spațiu maxim pentru plăcile de extensie și pentru conectoarele de porturi în partea din spate a șasiului. De asemenea, modelul prevede plasarea microprocesorului lângă marginea din dreapta a plăcii, astfel încât acesta să se afle în apropierea sursei de tensiune și a ventilatorului de răcire. În configurația recomandată, soclurile de memorie sunt plasate între microprocesor și sloturile de extensie, astfel încât să fie ușor accesibile.

Placa ATX măsoară maximum 12 pe 9,6 inci (305 pe 244 milimetri). Dimensiunile nu au fost alese la întâmplare, ci, conform declarațiilor celor de la Intel, au fost stabilite astfel încât producătorii să poată tăia două plăci dintr-un panou imprimat brut de 18 pe 24 inci. Această placă de bază asigură suficient spațiu pentru șapte sloturi de extensie, montate la intervale de 0,8 inci. Pe placă sunt prevăzute nouă găuri de prindere obligatorii și una opțională, cele mai multe având aceleași poziții ca și pe placa de bază mini-AT. Figura 2.7 prezintă dimensiunile plăcii și plasarea găurilor de prindere pentru o placă de bază ATX.

**FIGURA 2.7**
*Dimensiunile plăcii și plasarea găurilor de prindere pentru o placă de bază ATX.*




Specificațiile ATX nu se limitează la indicarea dimensiunilor fizice ale plăcii. Standardul specifică folosirea unei surse de alimentare cu dimensiunile celei din sistemele PS/2 și a unui nou conector de alimentare (a se vedea Capitolul 25, „Alimentarea“).

În afara uniformității, scopul modelului ATX este să micșoreze costurile de producție ale fabricanților de PC-uri. Prin montarea conectoarelor pentru porturi direct pe placă (chiar și pe mai multe niveluri) se elimină costurile cablurilor de conectare și cu munca de asamblare. Eliminarea cablurilor contribuie și la reducerea probabilității de apariție a interferențelor radio. În configurația recomandată, placa ATX permite folosirea unor cabluri mai scurte pentru conectarea unităților de hard-disc și de dischetă, cu avantaje similare. De asemenea, tipul și poziția sursei de alimentare reduc costurile de producție și ajută PC-ul să ruleze mai silențios și să se răcească mai bine.

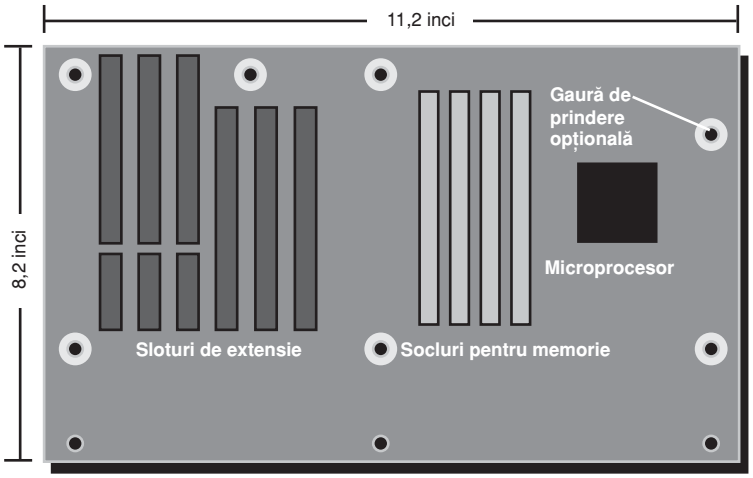
## Placa de bază mini-ATX

Proiectanții plăcii de bază ATX și-au dat seama că singura certitudine legată de proiectarea circuitelor pentru PC este aceea că funcțiile se combină, iar circuitele devin mai compacte. Așa cum toate circuitele de pe placa AT au fost comprimate pentru a încăpea pe placa mini-AT, proiectanții plăcii ATX s-au gândit că în curând o mare parte din spațiul plăcii va fi inutil. Deoarece unul dintre principalele scopuri ale modelului ATX a fost reducerea costurilor, s-a constatat că reducerea dimensiunilor plăcii de bază, atunci când tehnologia o va permite, ar reduce costurile materialelor. Ca urmare, în specificațiile ATX sunt prevăzute și dimensiunile standard ale unei plăci de bază mini-ATX.

Modelul mini-ATX reduce placa de bază ATX la 11,2 pe 8,2 inci (284 pe 208 milimetri). Atunci când este instalată în PC, placa de bază mini-ATX este poziționată tot în partea

din spate a șasiului, astfel încât conectoarele pentru porturi pot fi montate direct, fără cabluri. Pentru cele mai multe șasiuri, partea din stânga a plăcii se aliniază la partea din stânga a carcasei, astfel încât să rămână suficient spațiu pentru numărul maxim de plăci de extensie. Datorită acestei poziții, dimensiunea mai mică a plăcii de bază Mini-ATX elimină unul dintre rândurile de găuri de montare ale plăcii ATX. Ca urmare, pe placa mini-ATX găurile de montare de pe rândul de jos sunt deplasate, așa cum se poate vedea în Figura 2.8.

**FIGURA 2.8**
*Dimensiunile și organizarea plăcii de bază mini-ATX.*




Modelul mini-ATX are un avantaj important. Costul materialelor este redus cu 30% față de o placă ATX obișnuită.

## Placa de bază LPX

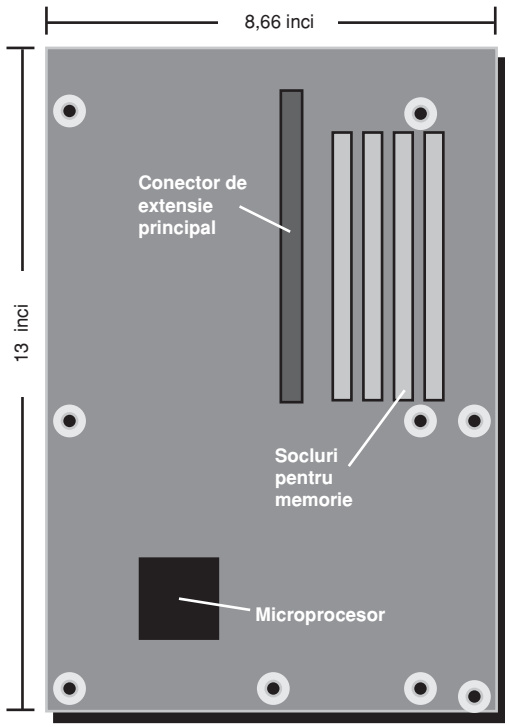
Crearea unor PC-uri cu profil redus este împiedicată de înălțimea plăcilor de extensie. Nu puteți să construiți un sistem mai scund decât înălțimea unei plăci de extensie, cel puțin dacă este posibil să fie necesară montarea unor plăci de extensie standard.

PC-urile mai joase au un farmec propriu. Sistemele compacte intimidează mai puțin, au un stil propriu și chiar sunt mai bune ca suporturi pentru monitor. Pentru a reduce înălțimea sistemelor, cei mai mulți producători au recurs la montarea plăcilor de extensie (și a conectoarelor corespunzătoare) lateral în interiorul șasiului. Rezultatul a fost apariția unor plăci de bază cu forme ciudate și cu diferite moduri de aranjare a conectoarelor de extensie.

Ca să facă puțină lumină în acest haos și să vă ajute să găsiți o placă de înlocuire care se poate monta în cele mai multe sisteme, industria calculatoarelor personale a dezvoltat o tipodimensiune standard pentru plăcile de bază folosite în sistemele cu profil redus. Numită *LPX*, această placă de bază măsoară 8,66 pe 13 inci (sau 220 pe 330 milimetri), adică are aceleași dimensiuni ca o placă mini-AT. Latura mică a plăcii este paralelă cu partea din spate a șasiului și găzduiește conectoarele pentru porturile de intrare/ieșire. De fapt, principala diferență dintre placa de bază LPX și modelul mini-AT este forma și poziția conectoarelor de extensie, așa cum se poate vedea în Figura 2.9.

În locul sloturilor de extensie, placa de bază LPX are un singur conector de extensie principal în partea din spate a plăcii, imediat în dreapta liniei centrale. În acest conector este montată o mică placă fiică, pe care se află unul sau mai multe conectoare de extensie

**FIGURA 2.9**
*Organizarea de bază a plăcii LPX*

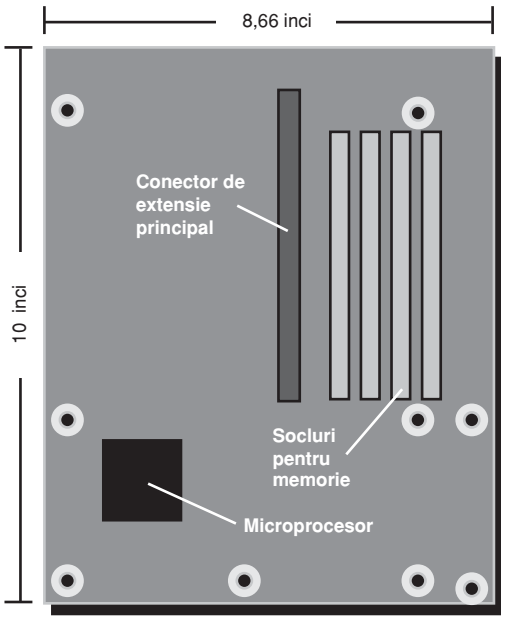



standard, acestea putând fi de tip ISA, PCI sau chiar de ambele tipuri. Plăcile de extensie instalate în aceste sloturi sunt fixate în ghidaje de pe șasiu, astfel încât să fie paralele cu placa de bază.

Conectorul de tastatură de pe placa de bază LPX are aceeași poziție ca și pe placa mini-AT. Poziția conectoarelor de intrare/ieșire nu este prevăzută în organizarea LPX, așa că producătorii pot plasa conectoarele pentru porturi oriunde doresc.

## Placa de bază mini-LPX

**FIGURA 2.10**
*Organizarea de bază a plăcii mini-LPX.*




Pentru economisirea spațiului din carcasă și reducerea costurilor, unii producători au micșorat și mai mult placa LPX, creând modelul mini-LPX. Deși în toate celelalte privințe este identic cu placa LPX, modelul miniaturizat reduce cu trei inci latura lungă a plăcii. Rezultatul măsoară aproximativ 10 pe 8,66 inci, așa cum se poate vedea în Figura 2.10.

Un exemplu de placă de bază mini-LPX este modelul Advanced/MN al firmei Intel, folosit în unele PC-uri Pentium cu profil redus.

## Placa de bază NLX

Anunțată în septembrie 1996, placa de bază NLX a fost rezultatul eforturilor combinate ale mai multor producători, inclusiv IBM. În momentul lansării, doisprezece producători de PC-uri și un producător de plăci de bază (ASUStek) și-au anunțat sprijinul pentru noile specificații. Producătorii de PC-uri respectivi sunt AST, Digital Equipment Corporation (acum parte a firmei Compaq), Fujitsu, Gateway 2000, Hewlett-Packard, IBM, ICL Personal Computers, Micron Electronics, NEC Computer Systems, Sony, Toshiba și Tulip Computers.

NLX este un model îmbunătățit pentru sistemele cu profil redus. A fost creat special pentru a depăși câteva dintre neajunsurile modelului LPX, care împiedicau adaptarea acestuia la ultimele tehnologii. NLX asigură suportul pentru toate modelele noi de microprocesoare Intel, pentru noile tehnologii de memorie și pentru portul AGP (Accelerated Graphics Port), destinat conexiunilor de viteză mare cu plăcile video. În plus, modelul NLX îmbunătățește posibilitățile de împachetare fizică a sistemelor, asigurând o integritate mecanică mai bună, răcire mai rapidă și mai mult spațiu pentru porturile echipamentelor periferice.

Un element cheie al modelului NLX este placa *înălțată (riser)*. Deși seamănă cu placa înălțată a sistemelor LPX prin faptul că este folosită pentru instalarea plăcilor de extensie, placa înălțată din sistemele NLX are un rol mai important. De fapt, aceasta operează ca o placă „fund de sertar“, iar placa de bază devine o glorioasă placă de procesor. Placa înălțată este atașată permanent de șasiul calculatorului gazdă, în timp ce placa de bază NLX poate fi inserată sau extrasă din carcasă, ca și cum ar fi o placă de extensie dopată cu steroizi. În implementarea cea mai pură a standardului NLX, toate cablurile din sistem – inclusiv sursa de alimentare – sunt cuplate la placa înălțată, nu la placa de bază. În mod obișnuit, cablurile pentru unitățile de hard-disc și de dischetă din PC sunt cuplate tot la placa înălțată.

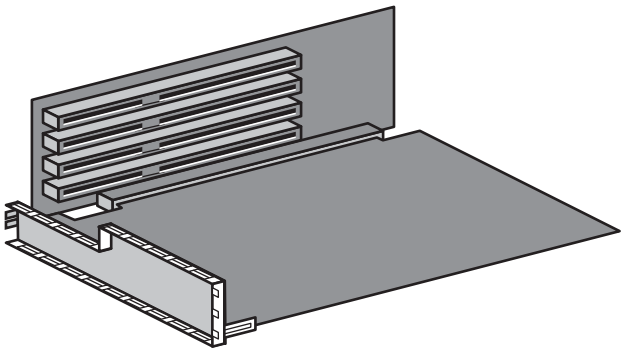
Deși modelul plăcii de bază NLX este fixat de specificații, acest lucru nu este valabil și pentru placa înălțată. Producătorii de PC-uri pot să adapteze proiectarea acesteia la modelul sistemului. Deși o placă înălțată tipică are patru conectoare de extensie, specificațiile NLX acordă un grad mare de libertate, plăcile putând fi adaptate atât pentru sistemele cu profil redus, cât și pentru sistemele tower. Specificațiile descriu semnalele pentru cel mult cinci sloturi de extensie PCI și un număr nelimitat de sloturi ISA pentru o singură placă înălțată. Toate plăcile de extensie sunt instalate pe placa înălțată, fiind paralele cu placa de bază.

Singura anomalie din combinația placă de bază/placă înălțată propusă de standardul NLX este instalarea plăcilor video AGP. În partea stângă a plăcii de bază, opusă plăcii înălțate, specificația NLX rezervă o zonă specială pentru un singur slot AGP. Placa AGP este instalată în slotul de pe placa de bază, paralel cu placa înălțată. Microprocesoarele (modelul NLX acceptă cel mult două) și memoria sunt instalate în partea dreaptă a plăcii de bază, astfel încât nu sunt încurcate de plăcile de extensie. Figura 2.11 prezintă organizarea de bază a acestui sistem cu două plăci.

În partea din spate, un panou în formă de L, parte componentă a plăcii de bază, asigură spațiul pentru conectoarele periferice. Partea mai înălțată a panoului permite proiectanților să dispună mai multe conectoare, unul deasupra celuilalt, către partea dreaptă a șasiului, departe de plăcile de extensie. Scopul modelului NLX este de a permite scoaterea plăcii de bază fără demontarea plăcilor de extensie (cu excepția plăcii AGP) din carcasa PC-ului. Într-un PC obișnuit, placa de bază glisează în lateral, ghidată

de șinele aflate pe fundul șasiului. Patru șuruburi aflate în interior fixează placa de șasiul PC-ului și asigură împământarea electrică comună. Un dispozitiv de blocare, aflat sub placa de bază și făcând parte din șasiu, ține placa de bază în poziție orizontală și ajută la scoaterea plăcii. O serie de contacte elastice aflate pe tot perimetrul panoului de ecranare din partea din spate a plăcii integrează, din punct de vedere electric, placa de bază cu restul șasiului.

**FIGURA 2.11**
*Organizarea plăcii de bază NLX.*



Specificațiile mecanice ale plăcilor de bază NLX permit un mic grad de libertate cu privire la dimensiunile plăcii. Specificațiile permit orice lățime între 8 și 9 inci (inclusiv), cu excepția sistemelor care includ plăci video AGP. Acestea trebuie să aibă 9 inci, deoarece spațiul rezervat pentru conectorul AGP este localizat pe ultimul inci al plăcii. Plăcile de bază NLX pot avea lungimi între 10,0 și 13,6 inci. Cea mai mică placă de bază NLX are, cu aproximație, dimensiunile unei plăci de bază mini-LPX; cea mai mare se apropie de dimensiunile plăcii LPX.

Specificațiile NLX prevăd trei moduri de aranjare a șuruburilor de montare, în funcție de lungimea plăcii. O placă NLX poate să folosească oricare dintre cele trei aranjamente, dar orice șasiu NLX trebuie să permită instalarea oricăruia dintre cele trei modele de plăci.

Modelul NLX folosește un conector cu 340 de pini între placa de bază și placa înălțată. Acest conector unic transmite semnalele pentru magistralele ISA și PCI, unitățile de disc IDE și diverse alte funcții de sistem. În plus, specificațiile rezervă spațiu pentru un conector mai mare, în vederea folosirii în viitor a unor magistrale mai late, și un conector opțional pentru alte caracteristici ale sistemului.

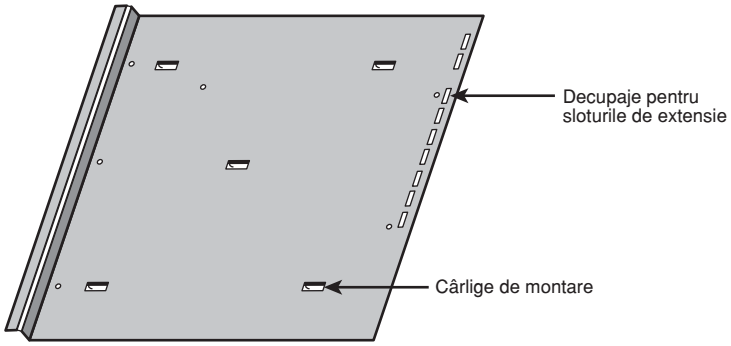
## Placa de bază WTX

Stațiile de lucru au nevoie de mai multă putere și de o mai mare flexibilitate de proiectare decât PC-urile cu destinație generală, așa că, în septembrie 1998, Intel a lansat o nouă specificație, al cărei scop era standardizarea mai multor aspecte ale stațiilor de lucru. Deși, la prima vedere, este un standard pentru plăci de bază, specificația WTX este atât de flexibilă, încât poate fi considerată un non-standard. Principalul scop al proiectului este de a ghida producătorii de șasiuri și plăci de bază în vederea asigurării corespondenței produselor, astfel încât plăci de bază generice să poată fi montate în carcase generice. Specificația WTX include nu numai placa de bază, ci și tipodimensiunea carcasei care o găzduiește. În plus, standardul definește cum vor fi folosite diferitele zone ale carcasei.

Specificația WTX prevede un model clasic cu o singură placă și pune la dispoziție pentru construcție o suprafață imensă de sticlă epoxidică. Conform specificației, plăcile de bază pot avea până la 14x16,75 inci. Standardul nu specifică nici o dimensiune minimă.

Magia standardului WTX – modul în care asigură corespondența între plăci de bază cu diferite dimensiuni și un șasiu generic – este *placa de adaptare*. Această foaie de metal funcționează ca un dispozitiv de montare adaptabil la dimensiunea plăcii alese de producător. Montarea plăcii de adaptare pe șasiu se face cu ajutorul a cinci cârlige, cărora le corespunde un set standardizat de cinci fante de pe șasiul WTX. Cele cinci fante de pe șasiu, câte una pentru fiecare cârlig, sunt înălțate, pentru a asigura un spațiu liber sub placa de bază și pentru a împiedica cârligele să depășească planul exterior al șasiului. Două brațe aflate în partea din spate a plăcii permit fixarea cu șuruburi a acesteia de partea din spate a șasiului. Ce se întâmplă între placa de adaptare și placa de bază este lăsat la latitudinea producătorului plăcii de bază; standardul este respectat chiar dacă plăcile sunt legate cu sârmă. Figura 2.12 prezintă o placă de adaptare tipică.

**FIGURA 2.12**
*O placă de adaptare WTX tipică.*




Standardul WTX dictează numai o parte dintre caracteristicile plăcii de bază. Specificațiile definesc precis localizarea și alinierea conectoarelor de extensie, astfel încât plăcile să fie corect instalate în șasiu. Deși nu impune numărul sau aranjarea porturilor periferice, standardul specifică decupajele din șasiu prin care ies în afară conectoarele montate pe placa de bază. În plus, specificațiile WTX recomandă ca dispozitivele de atașare a plăcii de bază la placa de adaptare să nu se afle în locurile în care placa de adaptare se prinde în șuruburi de șasiu.

Standardul WTX recomandă, dar nu impune folosirea sloturile de extensie PCI și a portului AGP. De asemenea, introduce un nou tip de slot, numit *Flex Slot*. Deși este considerat un singur slot și îi este alocată o singură poziție predefinită pe placa de bază și pe șasiul WTX, Flex Slot-ul permite instalarea a două plăci de extensie PCI cu dimensiuni standard. Specificațiile WTX anticipează că acest slot va fi folosit pentru porturi periferice, dar nu definesc o destinație specifică. Chiar și conectoarele de extensie Flex Slot de pe placa de bază sunt lăsate la latitudinea proiectanților plăcii de bază. În standard sunt definite numai volumul ocupat de conținutul slotului și deschiderea de pe panoul din spate al PC-ului, pentru conectoarele porturilor instalate în slot. Așa cum implică și numele slotului, intenția este de a oferi mai multă flexibilitate proiectanților stațiilor de lucru.

# Plăci de extensie

Deși o placă de bază *ar putea* conține toate circuitele necesare pentru construirea unui PC complet – de fapt, cele mai multe sisteme notebook și calculatoare mai mici folosesc în mod eficace această strategie – posibilitatea de adăugare a unor elemente sau de îmbunătățire a plăcii de bază extinde puterea conceptului de calculator personal. Capacitatea de extindere transformă PC-ul, ca unealtă, într-o platformă cu posibilități

aproape nelimitate. Posibilitățile de extindere vă permit să adaptați PC-ul la scopurile specifice pe care le urmăriți.

În acest capitol vom discuta aspectele fizice implicate de asigurarea corespondenței între plăcile de extensie, pe de o parte, și calculatorul personal și placa de bază a acestuia, pe de altă parte. În Capitolul 7 vom discuta despre operarea logică și electrică a magistralei de extensie.

## Terminologie

Este o cartelă sau o placă? În domeniul PC-urilor, cei doi termeni sunt folosiți fără discriminare. Acest mod de folosire derutant are un precedent; cu mult înainte de apariția PC-urilor, industria electronică folosea aceiași termeni pentru ansamblurile de circuite imprimate. Singura diferență era dată de faptul că termenul „placă“ era generalizat (ca în „placă cu circuite imprimate“). De obicei, cartelele erau mai mici și erau inserate într-un conector. Plăcile erau, în general, prinse în șuruburi sau nituri. Totuși, nimănui nu-i păsa de aceste diferențe, deoarece ambii termeni erau înțeleși.

*Cartelele* PC Card și CardBus folosite în sloturile externe ale calculatoarelor notebook au complicat problema. Acestea sunt numite cartele datorită asemănării cu cărțile de credit. Asemănarea și numele nu sunt accidentale.

**Plăci de extensie.** Plăcile cu circuite imprimate care se inserează în placa de bază a PC-ului sunt adeseori numite *plăci de extensie* deoarece vă permit să extindeți posibilitățile PC-ului. Așa cum am menționat anterior, placa de extensie nu este același lucru nici cu slotul de extensie, spațiul care poate fi ocupat de placa de extensie în interiorul șasiului, nici cu conectorul de extensie în care inserați placa.

Plăcile de extensie sunt diferențiate prin standardul pe care îl respectă interfața lor sau prin tipul conectorului aflat în partea de jos a plăcii. De exemplu, o *placă de extensie ISA* respectă standardul de magistrală Industry Standard Architecture, iar o *placă PCI* respectă standardul Peripheral Component Interconnect. Vom discuta despre aceste standarde în secțiunea „Standarde“, mai târziu în acest capitol.

**Plăci de opțiuni**. Unii producători de PC-uri preferă să descrie plăcile de extensie ca *plăci de opțiuni*. Le instalați în sistem ca să adăugați o caracteristică opțională. În sens strict, o placă de extensie pentru un echipament standard – cum ar fi un adaptor de grafică – nu este o placă de opțiuni, dar de dragul consecvenței (sau poate al inconsecvenței), cei mai mulți producători includ și astfel de echipamente standard printre plăcile de opțiuni, poate pentru a vă face să credeți că obțineți niște opțiuni gratuite – la fel ca proverbialul prânz.

**Plăci fiică.** În sens strict, orice placă inserată într-o placă mamă ar trebui să fie o placă fiică, dar în lumea calculatoarelor personale relațiile de familie nu sunt atât de simple. Multe plăci care se inserează în placa de bază (placa mamă) a unui PC poartă nume proprii; modulele de memorie, cartușele de microprocesor, plăcile de extensie sunt, toate, plăci fiică. Cei mai mulți producători de componente hardware rezervă termenul „placă fiică“ pentru plăcile de circuite adăugate ca un al doilea nivel la plăcile de extensie.

Această formă de construcție pe două etaje era predominantă atunci când circuitele necesare pentru o placă de extensie nu încăpeau în spațiul de extensie asigurat de un singur slot. Plăcile fiică ofereau un spațiu suplimentar pentru circuite. Circuitele actuale sunt atât de compacte, încât această formă de construcție este rareori folosită. Cei mai mulți producători nici nu folosesc tot spațiul permis pentru plăcile de extensie.

**Plăci înălțate**. Așa cum am menționat mai devreme, PC-urile cu profil redus își micșorează dimensiunea prin folosirea unor sloturi orizontale pentru instalarea plăcilor de extensie. Pentru conectarea acestor plăci la placa de bază, cele mai multe PC-uri folosesc o *placă înălțată*. Ca și plăcile de extensie obișnuite, placa înălțată este inserată într-un conector din placa de bază, dar zestrea de circuite a acesteia nu cuprinde mare lucru în afara conectoarelor pentru plăcile de extensie.

Deși toate plăcile de extensie pot fi considerate plăci fiică, nu toate plăcile fiice sunt plăci de extensie. De exemplu, unele plăci de extensie pentru PC-uri pot fi la rândul lor extinse, conținând conectoare pentru instalarea unor plăci fiice. Deoarece astfel de plăci se conectează numai la plăcile gazdă, nu sunt plăci de extensie pentru PC-uri, în adevăratul sens al cuvântului. Cei mai mulți oameni consideră că plăcile de extensie sunt plăcile cu circuite care se conectează la placa de bază. Plăcile de circuite care se conectează pe plăcile de extensie se numesc plăci fiice. Această convenție ne scutește să mai adăugăm încă o generație și să creăm „plăci nepoate“.

## Construcție

Câteva componente definesc realitatea fizică a unei plăci de extensie standard pentru PC-uri. Placa propriu-zisă este o placă imprimată obișnuită, fabricată cu tehnologia de montare a pinilor în găuri, de lipire pe suprafață sau o combinație a acestora. Un conector de extensie conectează placa de extensie la circuitele electronice ale PC-ului. O bridă de prindere fixează placa în interiorul calculatorului și furnizează un spațiu pentru dispunerea conectoarelor periferice.

### Substratul

Substratul este placa însăși, o suprafață de sticlă epoxidică pe care sunt lipite diferite componente și trasee de conectare. Producătorii de PC-uri fabrică plăcile de extensie folosind aceleași tehnologii ca și pentru plăcile de bază.

Modelul original al plăcilor de extensie prevede montarea acestora cu un capăt inserat într-un *ghidaj de placă*, o mică fantă la unul dintre capetele slotului de extensie, al cărei rol este de a stabiliza placa în interiorul PC-ului și de împiedica îndoirea plăcii. Plăcile de extensie care se întind de la un capăt la altul al slotului sunt adeseori numite plăci de extensie *cu lungime standard*.

Cele mai multe plăci de extensie moderne nu au nevoie de întreaga suprafață permisă pentru substrat, fiind clasificate ca *plăci scurte*. Datorită dimensiunilor și masei mai mici, acestea sunt fixate corespunzător de conectorul de extensie și de brida de prindere.

### Brida de prindere

Aproape toate plăcile de extensie au o bridă în forma literei L atașată la un capăt. Producătorii folosesc o *varietate* de termeni pentru brida de prindere, probabil cel mai colorat dintre aceștia fiind ORB, prescurtarea de la *Option Retaining Bracket*. Tendința curentă este de a numi acest element, simplu, *bridă.*

Într-un PC, brida are două funcții. În primul rând, asigură și stabilizează placa de extensie în slot. În al doilea rând, oferă un spațiu de montare pentru conectoarele porturilor de care ar putea fi nevoie pentru conectarea dispozitivelor periferice. În plus, contribuie la ecranarea PC-ului, păstrând interferențele electrice în interiorul carcasei prin acoperirea fantei de la capătul slotului de extensie.

În cele mai multe PC-uri, brida plăcii este fixată cu un șurub de șasiul calculatorului. Atunci când instalați o placă de extensie, trebuie să vă asigurați întotdeauna că șurubul

fixează strâns fiecare placă de extensie. Fixarea corespunzătoare a fiecărei plăci cu un șurub împiedică împingerea accidentală a plăcii afară din conectorul de extensie atunci când conectați un cablu la conectoarele plăcii. (Mișcarea plăcii poate să cauzeze scurtcircuitarea pinilor slotului conectorului de extensie prin contactele conectorului de margine al plăcii – ceea ce poate avea ca rezultat blocarea sau chiar deteriorarea PC-ului.) În plus, fixarea prin șurub a plăcii asigură continuitatea electrică între bridă și șasiul PC-ului.

## Conectorul

Conectorul de margine al plăcilor de extensie este doar ceva mai mult decât o prelungire a traseelor de cupru ale circuitelor imprimate pe substratul plăcii. Principala diferență constă în placarea cu aur a conectoarelor în timpul fabricării plăcii de extensie. Aurul nu-și pierde luciul și nu se oxidează, ceea ce asigură un contact ferm cu conectorul de extensie de pe placa de bază.

Principalul standard actual pentru plăci de extensie folosește drept cheie dispunerea zonelor de contact și a crestăturilor, astfel încât plăcile de extensie să poată fi instalate numai în sloturile destinate acestora.

Aproape toate standardele de extensie pentru PC-urile desktop folosesc *conectoare de margine* (edge connectors), dintr-un motiv foarte simplu: sunt ieftine. Contactele sunt gravate pe placă în același timp cu celelalte trasee de circuite. Singurul cost suplimentar este determinat de placarea cu aur a suprafeței contactelor, pentru evitarea oxidării traseelor de cupru sau de cositor.

După alegerea pe criterii practice a conectorului de margine, creatorul unui standard de extensie are la dispoziție mai multe opțiuni. Cea mai importantă alegere este legată de spațiul dintre contactele conectorului. Spațiul dintre contacte și numărul acestora determină dimensiunea. Într-o lume ideală – cea în care trăiesc mulți proiectanți – dimensiunea conectorului nu are nici o importanță. În lumea reală, dimensiunea conectoarelor are două efecte majore. În primul rând, determină cât de mult spațiu trebuie rezervat pentru conectoare pe placa de bază și, în al doilea rând, afectează forța cu care trebuie inserată placa de extensie în conector.

În calculatoarele de tip magistrală propriu-zise, spațiul rezervat pentru magistrala de extensie este o problemă lipsită de esență. Șasiul calculatorului este chiar magistrala, așa că nu este nici o problemă dacă toată partea din spate sau de jos a calculatorului este dedicată magistralei de extensie. Totuși, în modelele PC tradiționale, magistrala de extensie este inclusă pe placa de bază, pe care se află și circuitele de bază ale calculatorului. Cu cât magistrala ocupă mai mult spațiu pe placa de bază, cu atât rămâne mai puțin spațiu la dispoziția circuitelor. Ca urmare, magistrala trebuie să fie cât mai compactă, pentru a lăsa mai mult spațiu celorlalte circuite.

Cu cât conectoarele sunt mai mari, cu atât mai mare este suprafața de contact dintre placa de extensie și contactele din interiorul soclului în care inserați placa. Pentru a realiza o conexiune electrică sigură, contactele soclului trebuie să fie apăsate cu forță pe contactele de pe placa de circuite. Pentru montarea unei plăci de extensie într-un soclu este necesară o forță care să asigure inserarea contactelor plăcii între contactele conectorului. Cu cât contactele au suprafața mai mare, cu atât mai mare trebuie să fie *forța de inserare*. În cazul unui conector prea lung, s-ar putea ca forța de inserare necesară să fie mai mare decât poate aplica confortabil o persoană și chiar să depășească posibilitățile unei mașini de montare automată, cum sunt cele folosite de producătorii de

calculatoare personale. Mai mult, dacă forța de inserare este prea mare s-ar putea să depășească rezistența plăcii de bază, rupând unul dintre traseele conductoare și deteriorând placa.

Micșorarea contactelor duce la scurtarea conectorului, reducând spațiul ocupat de acesta pe placa de bază și micșorând forța de inserare. Pe de altă parte, în acest caz, precizia de fabricare a plăcilor de extensie trebuie să fie mai mare. Standardele pentru plăcile de extensie mai noi specifică spații mai mici între contactele conectoarelor – de exemplu, comparați o placă ISA cu o placă PCI din interiorul PC-ului.

Standardele pentru magistralele mai specializate, cum ar fi cele pentru PC-urile notebook și pentru calculatoarele industriale, se bazează pe *conectoare cu pini*. Aceste conectoare sunt mai scumpe, deoarece implică lipirea unei componente suplimentare pe fiecare placă de extensie. Totuși, deoarece conectorul este o componentă separată, poate fi fabricat cu o precizie mai bună, ceea ce înseamnă conectoare mai mici și mai compacte. Mai mult, conectoarele cu pini pot să folosească mai mult de două rânduri de contacte, reducând spațiul care trebuie rezervat pentru magistrală. Conectoarele cu pini sunt și mai sigure, deoarece permit contactul electric pe mai multe părți. De asemenea, conectoarele cu pini sunt și mai ușor de ecranat, ceea ce le face mai bune, pe măsură ce emisiunile de radiații cresc o dată cu viteza de operare a magistralei.

## Standarde

Standardizarea este esențială pentru extinderea cu succes a calculatoarelor personale. Sloturile, conectoarele, montarea, semnalele și interfața logică sunt strict definite, ceea ce vă permite să instalați aproape orice placă de extensie în aproape orice PC.

Standardizarea nu implică un singur aspect. Plăcile de extensie trebuie să fie compatibile din punct de vedere fizic, electric și logic cu plăcile de bază pe care sunt instalate.

În primul rând, o placă de extensie trebuie să încapă în calculatorul pentru care a fost proiectată. Ca urmare, standardele actuale dictează dimensiunea fizică a plăcilor de extensie. În plus, placa trebuie să aibă posibilitatea să transmită semnale către placa de bază și să primească semnalele pe care i le trimite placa de bază. Între placa de bază și placa de extensie trebuie să existe o conexiune electrică. Ca urmare, standardizarea fizică a plăcilor de extensie se extinde și asupra conectoarelor electrice. Înainte ca semnalele să poată trece de la o placă la alta, conectoarele trebuie să se potrivească. Ca să poată fi folosite împreună, conectoarele trebuie să corespundă ca dimensiuni, tip și poziție.

Deși nu are nici un efect asupra compatibilității electrice, dimensiunea fizică a unei plăci de extensie este o problemă importantă de compatibilitate. În definitiv, o placă de extensie trebuie să încapă în PC-ul pe care urmează să îl extindă. Toate standardele de extensie definesc dimensiunea plăcilor de circuite pe care le folosesc, fie ca dimensiuni exacte, fie ca un set de valori maxime și, deseori, minime.

Dacă ar putea să facă ce vrea – sau ce vor alții – proiectantul unei plăci de circuite ar prefera să aibă la dispoziție mai mult spațiu, hectare întregi, de aici până la capătul lumii. Mai mult spațiu de lucru înseamnă o muncă mai ușoară. Din nefericire pentru proiectanți, aspecte practice, cum ar fi menținerea PC-urilor la dimensiuni acceptabile, le limitează ambițiile și spațiul pe care îl au la dispoziție. Placa de extensie trebuie să încapă în PC-ul în care va funcționa.

Pe de altă parte, plăcile mai mici contribuie la reducerea cheltuielilor, cel puțin după ce costurile de dezvoltare ale noilor proiecte sunt acoperite. O placă mai mică înseamnă

mai puțină sticlă epoxidică folosită ca substrat. Ca urmare, stabilirea dimensiunilor pentru o placă de extensie este întotdeauna un compromis.

Prototipul tuturor plăcilor de extensie a fost placa proiectată pentru PC-ul IBM original din 1981. Magistrala și forma fizică a acestei plăci se pot ghici încă în spatele plăcilor de extensie actuale. Până în ziua în care producătorii își vor lua inima în dinți și vor elimina soclurile moștenite din calculatoare, PC-urile vor păstra cel puțin un slot pentru instalarea plăcilor de circuite din PC-ul original – și cu posibilitatea ca aceste plăci chiar să funcționeze.

Chiar și cele mai noi calculatoare, bazate numai pe magistrala PCI, datorează ceva modelului PC original și lasă să se vadă această moștenire prin câteva caracteristici fizice. Limitele maxime pentru lungimea și grosimea plăcilor sunt păstrate încă din primele zile ale PC-urilor. De asemenea, proiectul bazat pe mai multe părți este moștenit de la primele plăci de extensie pentru PC. Chiar și ultimele cartele CardBus pentru PC-urile notebook păstrează moșteniri electrice și logice ale slotului de extensie original.

## Plăci moștenite (ISA)

Numai trei dimensiuni ale plăcilor ISA sunt critice: lungimea maximă a plăcii, înălțimea substratului și poziția conectorului.

### Dimensiuni

Lungimea maximă a substratului este o simplă limită fizică, stabilită de dimensiunea slotului de extensie. Plăcile nu pot fi mai lungi, deoarece nu ar încăpea în șasiul PC-ului. Din cauza dorinței copleșitoare de a asigura compatibilitatea înapoi, care a guvernat proiectarea șasiurilor de la apariția primului PC, plăcile de extensie ISA actuale sunt limitate la o lungime maximă de 13,415 inci (340,7 milimetri), de la marginea din spate a bridei de prindere, până la marginea care intră în ghidajul plăcii. Substratul în sine este puțin mai scurt, astfel încât între placă și brida de prindere să rămână un spațiu de cel puțin 0,04 inci (1,02 milimetri).

Plăcile de lungime standard sunt rare astăzi, datorită miniaturizării componentelor. Termenul *placă scurtă* se referă la orice placă de extensie care nu ajunge la ghidaje. Plăcile scurte pot avea orice lungime, nefiind guvernate de nici un standard.

Tot compatibilitatea stabilește regulile și atunci când este vorba despre înălțimea plăcilor de extensie ISA. Plăcile moderne respectă modelul stabilit de primele PC-uri; pluralul este important, deoarece standardul este dublu.

Cele mai multe plăci ISA respectă limita de înălțime stabilită de primul PC, adică 4,2 inci (sau 106,68 milimetri). Plăcile cu această dimensiune sunt descrise ca având *înălțime XT*, deoarece încap în calculatoarele IBM Personal Computer XT, succesorul PC-ului original. Figura 2.13 prezintă dimensiunile maxime ale plăcilor de extensie de mărime XT.

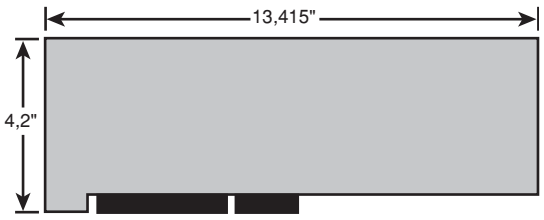
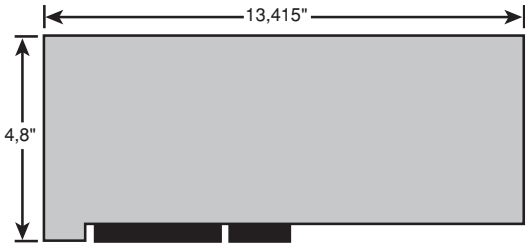



**FIGURA 2.13**
*Dimensiunile plăcilor de extensie ISA cu înălțime XT.*

Necesitatea de a avea mai mult spațiu într-un moment când calculatoarele cereau mai multă putere, dar nu beneficiau încă de avantajele miniaturizării circuitelor, a condus la adoptarea unor carcase mai mari, care să permită instalarea unor plăci de extensie mai

înalte, o dată cu modelul IBM Personal Computer AT. Pentru aceste sisteme, proiectanții au crescut înălțimea maximă la 4,8 inci (121,92 milimetri). Ca urmare, plăcile cu această dimensiune sunt descrise ca având *înălțime AT*. Standardul EISA (a se vedea Capitolul 7) acceptă și aceste dimensiuni pentru înălțimea maximă a plăcilor de extensie. Acestea au fost cele mai mari plăci de extensie folosite în PC-uri, așa cum se poate vedea în Figura 2.14.

**FIGURA 2.14**
*Dimensiunile plăcilor de extensie ISA cu înălțime AT.*



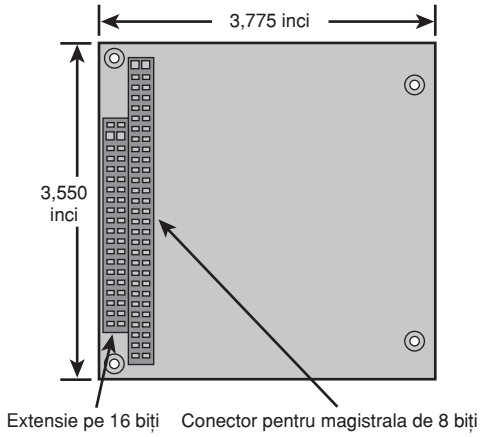

Deși combinarea înălțimii mai mari a acestor plăci cu o lungime mai mică este oarecum contradictorie – spațiul câștigat prin creșterea înălțimii se pierde prin reducerea lungimii – unii producători chiar au fabricat plăci scurte de înălțime AT.

Înălțimea plăcii este importantă. Carcasele proiectate numai pentru plăcile de înălțime XT nu acceptă plăci de înălțime AT. Cele mai multe calculatoare moderne bazate pe magistrale PCI nu sunt destul de înalte decât pentru plăcile de înălțime XT, așa că nu permit instalarea plăcilor de înălțime AT (cel puțin dacă vreți să puneți la loc capacul carcasei). Prezența sloturilor ISA nu garantează posibilitatea de instalare a oricărei plăci de extensie ISA într-un anumit sistem. Problema compatibilității este din ce în ce mai puțin importantă, pe măsură ce importanța plăcilor ISA se diminuează. Totuși, dacă există posibilitatea să folosiți o placă mai veche într-un PC nou, trebuie să luați în considerare și problema înălțimii plăcilor ISA.

### PC/104

Producătorii de calculatoare industriale și de sisteme numerice de control au adaptat modelul electric al plăcilor ISA, creând un format mai robust, numit PC/104. Plăcile de extensie PC/104 diferă de plăcile ISA obișnuite, în principal prin aspectele mecanice. Pe lângă faptul că sunt mai mici, plăcile PC/104 folosesc un conector diferit. Ca și plăcile ISA, plăcile PC/104 pot să folosească interfețe pe 8 sau pe 16 biți. Plăcile cu magistrală de lățime mai mare au un conector auxiliar pentru semnalele suplimentare. Conectoarele au pini situați la intervale regulate de 0,1 inci, aranjați pe două rânduri aflate la aceeași distanță. Conectorul pentru magistrala de 8 biți are 64 de pini; conectorul pentru magistrala de 16 biți are 40 de pini. Numele tehnologiei se referă la numărul de pini – 104 de pini. Figura 2.15 prezintă organizarea și dimensiunile plăcii PC/104.

**FIGURA 2.15**
*Organizarea și dimensiunile plăcii PC/104.*




În loc să se conecteze la o magistrală, plăcile PC/104 formează o magistrală proprie, prin suprapunerea conectoarelor. Fiecare placă are atât contacte mamă, cât și contacte tată, un

set deasupra și un set dedesubt. O placă se montează deasupra alteia și furnizează un nou conector pentru instalarea următoarei plăci. Atunci când sunt instalate una peste cealaltă, patru distanțiere de plastic sau de metal păstrează între plăci un spațiu uniform de 0,6 inci.

## Plăci PCI

Standardul PCI definește mai multe variante ale plăcii de extensie de bază. Specificațiile definesc două seturi de dimensiuni, fiecare cu câte trei moduri de aranjare a conectoarelor (pentru 5 volți, 3,3 volți și pentru ambele tensiuni). Cele două seturi de dimensiuni corespund plăcilor de extensie ISA tradiționale.

### Dimensiuni

O placă de extensie PCI de dimensiuni standard măsoară 12,283 inci (312 mm) în lungime. Corpul principal al plăcii are înălțimea de 3,875 inci, iar împreună cu conectorul de pe margine și o mică extensie în partea inferioară, placa poate ajunge la înălțimea de 4,2 inci (106,68 mm). Elementul critic este distanța dintre linia centrală a crestăturii din conectorul de extensie și marginea din spate a plăcii (cea cu brida de prindere), care este de 4,113 inci (104,47 mm). Figura 2.16 prezintă dimensiunile standard ale unei plăci de extensie PCI, pentru sistemele care lucrează la 5 volți. Plăcile de extensie proiectate pentru operarea la 3,3 volți diferă prin numărul și poziția contactelor, nu și prin dimensiunile generale.

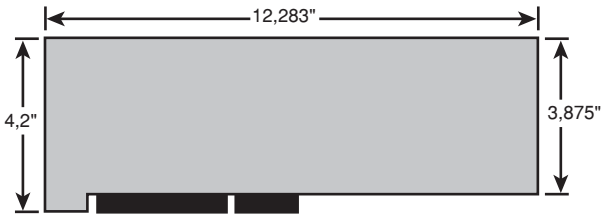



**FIGURA 2.16**
*Dimensiunile de bază ale unei plăci de extensie PCI cu lungime standard și operare la cinci volți.*

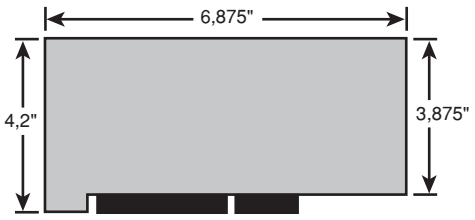



**FIGURA 2.17**
*Dimensiunile de bază ale unei plăci de extensie PCI scurte, cu operare la cinci volți.*

Standardul PCI definește și o placă de extensie mai scurtă, care are aproape jumătate din lungimea unei plăci cu lungime completă, adică 6,875 inci (174,63 mm). Toate celelalte dimensiuni importante, inclusiv poziția crestăturii din conectorul de extensie, sunt aceleași ca la plăcile de extensie cu lungime completă. Figura 2.17 prezintă dimensiunile unei plăci de extensie PCI scurte.

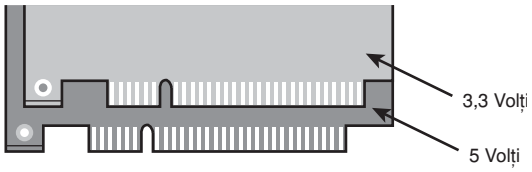
Indiferent de lungimea plăcii, standardul PCI specifică o grosime maximă. Componentele de pe o placă PCI nu se pot înălța cu mai mult de 0,570 inci deasupra plăcii. Pe cealaltă parte a plăcii, componentele nu pot ieși în afară cu mai mult de 0,105 inci. Adunați aceste înălțimi cu grosimea nominală de 0,100 inci a substratului și veți vedea că standardul PCI asigură o distanță de siguranță de 0,025 inci între componentele plăcilor, în condițiile instalării sloturilor la intervale standard de 0,800 inci.

### Conectoare

Pentru a se adapta la dezvoltarea PC-urilor „ecologice“, standardul PCI specifică două tipuri de conectoare și trei regimuri de lucru – un conector la 5 volți pentru modelele care predomină în prezent, un conector la 3,3 volți pentru modelele cu consum redus și posibilitatea de combinare a celor două conectoare pe aceeași placă de extensie, pentru a ușura tranziția între cele două modele. În soclurile la 5 volți există o cheie (blocând pinii

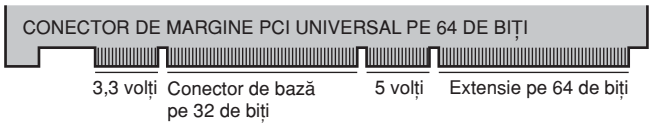
50 și 51) care împiedică instalarea plăcilor de extensie la 3,3 volți. (Pe plăcile la 5 volți există o crestătură care corespunde cheii din slot.) În soclurile la 3,3 volți există o cheie (pe pinii 12 și 13) care permite numai instalarea plăcilor la 3,3 volți. Plăcile de extensie care au posibilitatea să detecteze tensiunea de operare a slotului au crestături corespunzătoare ambelor chei, așa cum se poate vedea în Figura 2.18.

**FIGURA 2.18**
*Conectoarele de margine pentru plăcile PCI cu operare la 5 și 3,3 volți (pe 32 de biți).*




Implementarea pe 64 de biți a plăcilor PCI extinde conectorul de margine pentru includerea semnalelor suplimentare. Figura 2.19 prezintă conectorul extins și implementarea completă a tuturor opțiunilor.

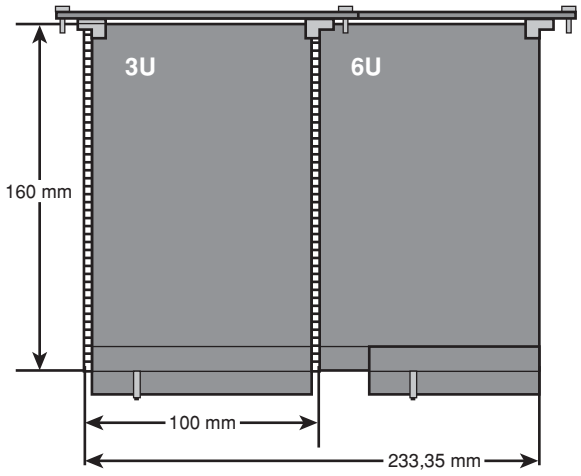
**FIGURA 2.19**
*Conectorul de margine PCI universal pe 64 de biți.*




### CompactPCI

Plăcile CompactPCI sunt mai degrabă o derivație decât un subset al standardului Peripheral Component Interconnect 2.1. Specificațiile CompactPCI adaptează semnalele și sistemul de control la o formă mai mică, dar mai robustă. Modelul fizic al plăcilor CompactPCI respectă standardul de succes Eurocard. Modelul de bază are tipodimensiunea 3U, care măsoară 100x160 milimetri (3,9x6,3 inci). Standardul permite și folosirea plăcilor cu înălțime mai mare (6U), măsurând 233,35x160 mm (9,2x6,3 inci). Sloturile CompactPCI sunt aranjate la intervale de 20,32 mm (0,8 inci). Figura 2.20 prezintă organizarea și dimensiunile unei plăci CompactPCI.

**FIGURA 2.20**
*Organizarea și dimensiunile unei plăci CompactPCI.*




Standardul CompactPCI prevede instalarea a cel mult opt sloturi într-un sistem. Magistrala dintre sloturi este o placă pasivă, de tip „fund de sertar". Un slot, numit *slot de sistem*, este rezervat pentru o placă specială care asigură funcțiile de gestionare, inclusiv arbitrarea, semnalele de ceas și reinițializarea. Slotul de sistem se poate afla la oricare dintre capetele plăcii fund de sertar. Celelalte sloturi sunt numite *sloturi pentru periferice* și permit extinderea normală a sistemului.

Un element cheie pentru posibilitățile de extindere ale plăcii CompactPCI este conectorul, un model ecranat cu șapte rânduri de câte 57 de pini, la intervale de 2 milimetri (0,08 inci) între centre. Sistemul asigură ghidaje pentru inserarea corespunzătoare a conectorului,

precum și chei pentru operarea la 3,3 și 5 volți. Specificațiile CompactPCI prevăd folosirea plăcilor de extensie cu schimbare la cald, deși suportul pentru această caracteristică era incomplet în prima versiune a standardului.

## Plăcile PC Card

Plăcile PC Card pot avea trei mărimi, diferite numai prin grosime. Unitatea de măsură de bază – dimensiunea slotului tipic – se bazează pe cartelele de grosime medie, numite cartele de tip II, măsurând 54 pe 85 milimetri (2,126 pe 3,37 inci) și 5 mm grosime (aproximativ 3/16 dintr-un inci).

Din punct de vedere fizic, plăcile PC Card respectă modelul cartelelor de memorie (inclusiv IC Card) standardizate de JEIDA (Japan Electronic Industry Design Association). Prima versiune a specificațiilor PCMCIA a combinat aceste dimensiuni cu un conector Fujitsu cu 68 de pini. Conform specificațiilor PCMCIA 2.1, această tipodimensiune poartă numele Type I PC Card.

Grosimea primelor tipuri de cartele s-a dovedit o limitare inacceptabilă. Fără să mai socotim și grosimea plăcii, unele componente semiconductoare sunt mai groase de 3,3 milimetri. Printre cele mai importante „grăsane“ se numără cipurile EPROM folosite pentru stocarea nevolatilă. (De exemplu, cele mai multe PC-uri folosesc cipuri EPROM pentru stocarea codului BIOS al sistemului.) Spre deosebire de cipurile ROM obișnuite, care sunt mai subțiri, memoriile EPROM pot fi reprogramate, dar pentru această operație este nevoie de o fereastră care să permită trecerea radiațiilor ultraviolete folosite pentru a șterge conținutul cipului. Din cauza acestei ferestre, cele mai multe cipuri EPROM au o grosime de cel puțin 3,3 milimetri.

Firma Fujitsu a fost pusă în fața acestei probleme în timpul dezvoltării codului firmware care trebuia încorporat pe cartelele de memorie și a dezvoltat o cartelă mai groasă, care putea fi instalată în aceleași socluri ca și cartelele standard. Producătorii de modemuri și alte dispozitive periferice au considerat cartelele Fujitsu mai potrivite pentru scopurile proprii. Pentru adoptarea acestor cartele, specificațiile PCMCIA 2.0 au standardizat o nouă soluție, numită Type II PC Card. Bazate, în esență, pe tipodimensiunea dezvoltată de Fujitsu pentru cipurile EPROM, plăcile Type II PC Cards au grosimea de 5 milimetri și, în rest, aceleași dimensiuni ca și cartelele din primul tip.

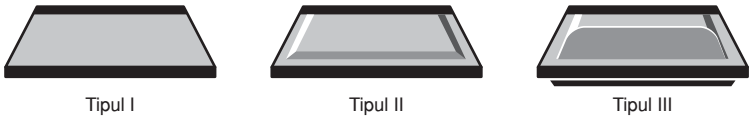
Conform standardului PCMCIA 2.0, grosimea suplimentară trebuie să fie concentrată într-un bloc planar, numit suprafață de substrat, aflat în mijlocul plăcii. Această zonă mai groasă are lățimea de 48 mm și lungimea de 75 mm. Pe fiecare latură a plăcii trebuie să rămână o margine de trei milimetri de grosimea plăcilor Type I, care permite folosirea acelorași ghidaje pentru ambele tipuri de plăci. De asemenea, 10 milimetri din partea frontală a plăcii păstrează grosimea de 3,3 mm a standardului Type I, astfel încât să poată fi folosite aceleași conectoare pentru oricare tip de placă. Desigur, fantele de instalare a cartelelor trebuie să fie destul de largi pentru a permite inserarea cartelelor cu grosime mai mare.

În septembrie 1992, organizația PCMCIA a aprobat al treilea tip de cartele PC Card. Acestea sunt și mai groase, mărind partea centrală a cartelelor de tip II de la 5 la 10,5 mm, și sunt destinate hard-discurilor miniaturizate și altor componente mecanice asemănătoare. Ca și cartelele Type II, cartelele Type III PC Cards păstrează marginile mai subțiri, care permit folosirea acelorași ghidaje și conectoare.

Practic, numai cartelele din prima generație se apropie de definiția unei plăci de dimensiunea cărților de credit. Cartelele Type II au partea centrală mai mare pe ambele

părți, pentru a permite includerea diferitelor circuite. Cartelele Type III sunt destul de groase ca să includă un hard-disc miniaturizat. Figura 2.21 ilustrează diferențele dintre cele trei tipuri de cartele.

**FIGURA 2.21**
*Cele trei tipuri de plăci PC Card au grosimi variind de la 3,3 mm la 10,5 mm.*




În versiunea 2.0, cartelele de tipul I și II pot fi implementate și în formă extinsă. Acestea pot fi mai lungi cu 50 mm (ajungând la 135 mm) pentru includerea unor componente suplimentare. Aceste cartele extinse rămân în afara sloturilor PCMCIA cu aproximativ doi inci.

Pentru a permite inserarea ușoară și sigură a cartelelor în conectoare, standardul PC Card impune ghidarea cartelelor pe o lungime de cel puțin 40 mm, ghidajele ajungând până la 10 mm de marginea exterioară a slotului.

Organizarea plăcilor PC Card este, în esență, simetrică, ceea ce înseamnă că, din greșeală, placa poate fi introdusă și invers în slot. Modelul PC Card elimină riscurile de deteriorare în cazul unor astfel de greșeli. Deși cartelele nu funcționează dacă sunt inversate, nici acestea și nici calculatorul în care sunt inserate nu se defectează.

Deoarece dimensiunea și poziția etichetelor de pe cartele sunt prevăzute de standard, după ce vă familiarizați cu organizarea unei plăci PC Card, veți ști care este orientarea corectă a tuturor plăcilor. Mai mult, și alte aspecte fizice ale plăcilor – pozițiile comutatorului de protejare la scriere (dacă există) și a bateriei (dacă este necesară) sunt standardizate. De asemenea, standardul PCMCIA recomandă ca bateriile de pe toate plăcile să fie orientate în aceeași direcție (cu terminalul pozitiv în sus).

Pe lângă măsurile fizice care ușurează inserarea cartelelor în socluri, doi pini – câte unul pe fiecare parte a conectorului – permit calculatorului să determine dacă placa este inserată corect. Dacă este prezent numai unul dintre cele două semnale de masă, înseamnă că placa este deplasată lateral sau nu este inserată corect în slot.

Partea din spate a plăcilor PC Card, la care se conectează dispozitivele de comunicații, cum ar fi modemurile, nu a fost încă standardizată. PCMCIA lucrează în prezent la acest aspect, încercând să dezvolte specificații pentru conectoare și poziția acestora.

**Conectorul**

Toate tipurile de plăci PC Card folosesc același conector cu 68 de pini, cu contactele aranjate pe două rânduri paralele de câte 34 de pini. Distanța dintre rânduri și dintre pinii învecinați de pe același rând este de 1,27 mm (0,050 inci). Pinii tată de pe cartelă intră într-un singur soclu din sistemul gazdă.

Pentru a asigura alimentarea corespunzătoare a cartelei, pinii sunt aranjați astfel încât conexiunile pentru tensiunea de alimentare și pentru masă sunt mai lungi (3,6 mm) decât pinii pentru semnale (3,2 mm). Datorită lungimii mari, pinii de alimentare sunt primii care intră în soclu, așa că eventualele semnale periculoase nu sunt aplicate unor circuite nealimentate. Cei doi pini (36 și 37) care care indică inserarea corectă a plăcii sunt mai scurți decât pinii de semnal.

# Capitolul 3
# Microprocesoare

*Microprocesorul este inima și creierul fiecărui calculator personal. Această așchie minusculă de siliciu determină viteza și puterea întregului calculator, executând cea mai mare parte a operațiilor de prelucrare a datelor. În esență, microprocesorul determină puterea calculatorului. Cercetări neîncetate au dus la crearea unor cipuri și a unor sisteme din ce în ce mai puternice.*

| Toate PC-urile noi ar trebui să aibă un microprocesor din generația a cincea (sau mai bun), diferențiat de următoarele caracteristici: | |
|---|---|
| Magistrală de adrese pe 32 până la 36 de biți | Permite adresarea a 4 până la 64 GB de memorie |
| Magistrală de date pe 64 de biți | Stochează și obține datele în blocuri de opt octeți (patru cuvinte) |
| Unitate în virgulă mobilă integrată | Crește viteza de prelucrare a numerelor complexe, pentru performanțe mai bune în operații de statistică și grafică |
| Prelucrare paralelă multiplă | Permite procesorului să execute simultan două sau mai multe instrucțiuni |
| Set de instrucțiuni îmbunătățit | MMX, SSE sau 3DNow! accelerează performanțele pentru operațiile multimedia |

| Printre opțiunile preferate pentru microprocesoare se numără: | |
|---|---|
| Celeron | Microprocesorul Intel de intrare, cu o memorie cache mai mică, dar rapidă |
| Mobile Celeron | Microprocesorul Intel cu consum redus, o adevărată afacere pentru sistemele notebook, cu performanțe surprinzător de bune |
| Mobile Pentium II | În prezent, cel mai bun microprocesor Intel pentru sistemele notebook. Urmează să fie înlocuit cu Mobile Pentium III, cu performanțe multimedia superioare |
| Pentium III | Cel mai bun microprocesor Intel actual pentru utilizatorii individuali |
| Pentium II | Vechea navă amiral a firmei Intel, aflată încă în cursă ca procesor pentru sistemele desktop. Rămas în urmă numai din punct de vedere al performanțelor multimedia |
| Xeon | Cel mai bun procesor Intel proiectat pentru servere |
| K6-2 | Anterior cel mai bun procesor AMD, acum având cel mai bun preț pentru sistemele desktop și portabile |
| K6-3 | Cel mai bun cip AMD actual, singurul microprocesor cu memorie cache pe trei niveluri |
| MII | Un procesor comparabil cu Pentium II, produs de Cyrix |

Microprocesorul a făcut posibilă apariția PC-ului. În prezent, unul sau mai multe astfel de miracole moderne reprezintă creierul nu numai pentru calculatoarele personale, ci și pentru aproape toate sistemele de calcul, până la cele mai recente supercalculatoare. În același timp, calculatoarele personale au schimbat și au ghidat istoria microprocesorului și a arhitecturilor de microprocesoare. Producătorul de microprocesoare cu cel mai mare succes, Intel Corporation, și-a adaptat cele mai profitabile produse în funcție de piața PC-urilor.

În ciuda acestei relații sinergice, PC-ul este doar cea mai vizibilă aplicație a tehnologiei microprocesoarelor, iar calculatoarele folosesc numai o fracțiune din numărul total de microprocesoare produse și vândute. Aproape orice dispozitiv electronic casnic actual conține un microprocesor. Aproape orice automobil nou se bazează pe un microprocesor pentru controlul motorului. Orice videocasetofon rulează sub controlul unui microprocesor. Chiar multe dintre jucăriile copiilor își bazează puterea de atracție pe tehnologia microprocesoarelor: gândiți-vă la jucăria Furby.

Microprocesoarele au devenit ceva atât de obișnuit încât probabil considerați că este normal să fie folosite, fără să vă mai gândiți la ele – poate tocmai fiindcă gândesc atât de mult în locul dumneavoastră. De cele mai multe ori, marea majoritate a microprocesoarelor sunt invizibile, fiind mascate prin proiectare.

Pe de altă parte, în PC-uri microprocesorul este piesa centrală. Selectarea cipului este unul din criteriile principale pentru alegerea unui calculator. Nicăieri microprocesoarele nu sunt atât de vizibile. Cumpărați un PC pe baza tipului și vitezei microprocesorului pe care îl conține. Știți că dacă un sistem nu conține un microprocesor din generația a cincea sau a șasea, rulând la *cel puțin* 300 MHz, acesta nu este bun nici pentru jocurile copiilor.

Indiferent pentru ce sunt folosite, toate microprocesoarele funcționează la fel. Toate se bazează pe aceleași tehnologii electronice și funcționează pe baza acelorași principii logice. Capitolul de față este un ghid al acestor tehnologii și al produselor de succes care au fost construite pe baza lor și care au făcut posibilă apariția PC-urilor actuale.

## Elemente de bază

Din punct de vedere tehnic, microprocesorul actual este o capodoperă a magiei negre supertehnologizate. Totul începe de la un fragment de siliciu, crescut cu grijă sub forma unui cristal de o puritate extraordinară. Siliciul este apoi tăiat cu mare precizie în folii subțiri, iar aceste așchii sunt poluate prin „prăjire“ în cuptoare conținând amestecuri gazoase de otrăvuri foarte pure (cum ar fi arsenul) care difuzează în siliciu sub forma unor impurități și îi modifică proprietățile electrice. Această alchimie transformă nisipul în aur, aducând profituri uriașe producătorilor de cipuri și creând creiere electronice la fel de puternice ca, să spunem, creierul unui păianjen de inteligență medie.

Comparația este destul de potrivită. La fel ca insectele și crustaceele, PC-ul poate să reacționeze, să învețe și să memoreze. Spre deosebire de organismele mai dezvoltate, a căror inteligență se apropie de limita adevăratei conștiințe (cum ar fi vecinii cu curtea plină de animale din plastic), microprocesorul nu raționează. Nici nu are conștiința propriei existențe. În mod clar, deși calculatoarele sunt adeseori etichetate ca „mașini gânditoare“, ceea ce se întâmplă în interiorul unui microprocesor este departe de procesul de gândire și de firul conștiinței. Sau poate că nu este chiar așa. Unii teoreticieni consideră că mintea umană și calculatoarele funcționează, în esență, la fel, deși nimeni nu știe cu siguranță cum funcționează mintea umană. Să sperăm că știu mai multe despre microprocesoare.

Chiar știu. Principiile de funcționare a microprocesorului sunt bine înțelese. În definitiv, în ciuda proiectării și construcției revoluționare, principiile de funcționare a microprocesorului sunt aceleași cu cele ale unei mașini de făcut pâine sau de spălat vase. Așa cum vom vedea, toate aceste realizări mecanice îndeplinesc orice operație ca o serie de pași, sub comanda unui mecanism de ghidare, fie acesta un motor de temporizare sau un program software. Introduceți materiale brute și vă așteptați să obțineți rezultatele dorite, deși, dacă nu sunteți atent, este posibil să obțineți o grămadă de praf lipicios, vase sparte sau date fără nici un sens.

Ca și aparatele electrocasnice, microprocesorul a fost proiectat pentru executarea unei funcții specifice, pentru a cărei implementare a fost folosită tehnologia semiconductoarelor. Nimic din ceea ce face microprocesorul nu este magie, misticism sau orice altceva practică șamanii, șarlatanii și contabilii.

De fapt, nu este obligatoriu ca microprocesoarele să fie construite din siliciu (savanții cercetează deja materiale semiconductoare avansate, care promit viteze de lucru mai mari) și nici nu este obligatoriu să se bazeze pe electronică. O serie de roți dințate, came și pârghii sau o serie de țevi, valve și recipiente pot îndeplini aceleași funcții logice și cu aceleași rezultate ca și un PC. Chiar au fost construite calculatoare mecanice și hidraulice, deși este puțin probabil să le confundați cu un PC.

Avantajul microprocesorului și al electronicii este viteza. Semnalele electrice se deplasează cu o viteză apropiată de cea a luminii; microprocesoarele execută de la o sută la un milion de instrucțiuni pe secundă. Fără această viteză, programele complexe de pe rafturile vânzătorilor de software nu ar fi fost scrise niciodată. Executarea unui astfel de program pe un calculator cu aburi ar dura mai multe vieți. Viteza de lucru este cea care transformă microprocesorul într-un miracol.

Avantajul electronicii bazate pe siliciu este obișnuința. O întreagă industrie s-a dezvoltat pe baza siliciului. Tehnologia s-a maturizat. Fabricarea circuitelor de siliciu este o operație de rutină, iar rezultatele sunt previzibile. Obișnuința aduce și economie. În fiecare an sunt produse miliarde de cipuri de siliciu. Deși procesele de producție implicate sunt exotice și cer o mare precizie, echipamentele și materialele necesare există deja. Cu alte cuvinte, siliciul este folosit atât de mult tocmai fiindcă este atât de mult folosit.

## Proiectarea circuitelor

Redusă la principiile sale fundamentale, funcționarea unui microprocesor modern, bazat pe siliciu, nu este greu de înțeles. Ceea ce face microprocesorul este echivalentul electronic al unui reflex necondiționat. De fiecare dată când îi trimiteți un impuls electronic digital corespunzător (echivalent cu o lovitură de ciocan în genunchiul pacientului), microprocesorul reacționează printr-o acțiune specifică, întotdeauna aceeași și cu aceleași rezultate pentru aceleași date de intrare și în aceleași condiții.

Complexitatea microprocesorului și a operațiilor executate de acesta derivă din varietatea de impulsuri la care poate reacționa și din interacțiunile dintre mai multe impulsuri succesive. Deși funcțiile microprocesorului sunt precis definite de intrări, rezultatele acestor funcții depind și de ceea ce făcea microprocesorul, adică de intrările anterioare. De exemplu, rezultatul executării unei anumite comenzi – „Simon spune să ridici piciorul stâng“ – diferă foarte mult, în funcție de comanda anterioară – „Simon spune să te așezi“ sau „Simon spune să ridici piciorul drept“.

Crearea unui dispozitiv electric care să funcționeze ca un reflex necondiționat este una dintre cele mai mari inovații tehnologice. Prima aplicație a acestei inovații a fost

extinderea controlului uman dincolo de ceea ce poate fi atins imediat – dincolo de lungimea proverbialei prăjini de trei metri. Telegraful este unul dintre primele exemple, și poate cel mai bun. Închiderea unui comutator (apăsarea manetei telegrafului) trimite printr-un fir un curent care acționează un electromagnet la celălalt capăt al firului, producând un zgomot prin care se transmite un mesaj telegrafistului de la distanță. Această măreață invenție electro-mecanică stă la baza tuturor tehnologiilor folosite în calculatoarele moderne. Un circuit electric controlează un alt circuit electric, aflat la o distanță mai mare sau mai mică.

Pornind de la aceste începuturi simple, de la tehnologia telegrafului din anii 1850, puteți să construiți un calculator. Tot ceea ce face un calculator implică una dintre următoarele două operații: luarea deciziilor și memorarea, cu alte cuvinte reacția și reamintirea. Tehnologia telegrafului le poate executa pe amândouă. Un circuit semiconductor bazat pe siliciu poate face aceleași lucruri, deoarece și el vă permite să controlați un semnal cu ajutorul altuia.

Circuitul electric care ia decizii se numește *poartă logică*. Cel care memorează o stare se numește bistabil (latch) sau, mai simplu, memorie.

## Porți logice

A acorda unui circuit electric puterea de a lua decizii nu este un lucru atât de greu cum pare la prima vedere. Începeți cu aceeași acționare la distanță, ca și în cazul telegrafului, dar adăugați un braț mecanic care leagă mânerul telegrafului de un comutator electric, astfel încât, la apăsarea mânerului, lumina să se stingă și să se aprindă. Desigur, efortul va fi foarte mare comparativ cu rezultatul, deoarece electricitatea ar putea fi folosită direct pentru aprinderea becului. Totuși, există și alte posibilități, cu rezultate interesante. De exemplu, puteți să cuplați două brațe de telegraf mai slabe, a căror acțiune conjugată ar conduce la aprinderea becului. Sau puteți să cuplați cele două brațe de telegraf astfel încât un semnal la oricare dintre acestea să determine aprinderea luminii. Sau puteți să instalați comutatorul invers, astfel încât activarea brațului să determine stingerea becului, nu aprinderea acestuia.

Cele trei exemple bazate pe funcționarea telegrafului reprezintă baza a trei tipuri diferite de circuite electronice, numite porți logice (ȘI, SAU și NU – AND, OR și NOT). Circuitele electrice respective se numesc „porți“, deoarece reglează fluxul electric, permițând sau împiedicând trecerea acestuia, la fel cum o poartă dintr-un gard permite sau împiedică trecerea dintr-o parte în alta. Aceste porți logice dau ansamblului electric puterea de a lua decizii. În exemplul cu becul, folosit mai sus, decizia este foarte simplă: dacă becul va fi sau nu aprins. Dar aceleași porți logice simple pot fi combinate în scheme elaborate, formând un calculator care poate lua decizii logice complexe.

Conceptul aplicării unor principii riguroase de algebră în procesul de luare a deciziilor a fost propus, pentru prima dată, de matematicianul englez George Boole. În 1847, Boole a pus bazele sistemului logicii simbolice moderne, numită acum *logică booleană* (sau algebră booleană). În acest sistem, Boole a redus propozițiile la simboluri și operații formale, care respectă reguli matematice stricte. Folosind această abordare riguroasă, propozițiile logice pot fi rezolvate cu aceeași certitudine ca și ecuațiile matematice.

Cele trei porți logice pot executa funcțiile tuturor operatorilor din logica booleană. Acestea reprezintă baza posibilităților de luare a deciziilor ale unui calculator, precum și ale altor circuite logice. Veți întâlni și alte tipuri de porți logice, cum ar fi NAND (ȘI-NU), NOR (SAU-NU) și XOR (SAU EXCLUSIV), dar oricare dintre acestea poate fi construită prin combinarea porților de bază ȘI, SAU și NU.

În circuitele calculatoarelor, pentru fiecare poartă logică este nevoie de cel puțin un tranzistor. Un microprocesor cu zece milioane de tranzistoare poate avea aproape tot atâtea porți logice.

## Memorie

Aceleași porți logice pot fi aranjate astfel încât să formeze o memorie. Să pornim tot de la cunoscutul telegraf. În loc să comande curentul pentru un bec, redirecționați firele de la comutator, astfel încât să fie legate tot la electromagnetul telegrafului. Cu alte cuvinte, atunci când telegraful se mișcă, acționează un comutator, furnizându-și astfel electricitate. Din moment ce își furnizează singur energie, telegraful rămâne activ, folosind această energie, chiar și după ce dezactivați sursa de energie care a declanșat comutarea. De fapt, acest sistem simplu *ține minte* că la un moment dat a fost activat. Puteți să vă întoarceți în orice moment ca să vedeți dacă cineva a transmis vreodată un semnal către sistemul de memorare al telegrafului.

Această formă simplă de memorie are unele dezavantaje: este mult prea mare și nu uită niciodată. Pentru ștergerea memoriei trebuie să fie întrerupte manual atât tensiunea de control cât și sursa principală de tensiune.

O formă mai utilă de memorie are nevoie de două semnale de control: unul care să o activeze (să o treacă în starea on) și unul care să o dezactiveze (să o treacă în starea off). În cea mai simplă formă, fiecare celulă a acestui tip de memorie este formată din două bistabile legate în conexiune inversă, astfel încât activarea unui bistabil să determine dezactivarea celuilalt. Deoarece unul dintre semnale face ca datele să fie memorate, iar celălalt semnal determină ștergerea memoriei, acest circuit este numit uneori *memorie set-reset*. Un alt termen folosit pentru acest tip de memorie este *flip-flop*, deoarece memoria trece alternativ între cele două stări. În circuitele calculatoarelor, acest tip de memorie este deseori numit *latch* (bistabil). Deși memoria principală a unui PC funcționează pe baza unui alt principiu electric, memoria de tip bistabil rămâne importantă în proiectarea circuitelor.

## Instrucțiuni

Deși milioanele de porți dintr-un microprocesor sunt atât de mici încât nu le puteți vedea nici cu un microscop optic (aveți nevoie de un microscop electronic), acestea acționează exact la fel cu circuitele elementare de tipul telegrafului. Porțile logice folosesc semnale electrice ca să controleze alte semnale. Semnalele sunt mai complicate, reflectând natura mai elaborată a calculatorului.

Microprocesoarele actuale nu mai folosesc un singur semnal pentru controlul operațiilor, ci combinații complexe de semnale. Fiecare comandă a microprocesorului este codificată ca o combinație de semnale, bazată pe prezența sau absența unui semnal electric la fiecare pin al microprocesorului. Semnalul de la fiecare pin reprezintă un bit de informație digitală.

Proiectanții unui microprocesor atribuie anumitor combinații de semnale semnificații specifice. Fiecare combinație reprezintă o comandă numită *instrucțiune de microprocesor*, care spune microprocesorului să execute o anumită operație. Combinația de biți 0010110, de exemplu, este instrucțiunea care cere microprocesoarelor din familia Intel 8086 să execute o anumită operație de scădere. Alte instrucțiuni cer microprocesorului să adune, să înmulțească, să împartă, să deplaseze biții, să modifice biți individuali sau doar să aștepte o altă instrucțiune.

Proiectanții microprocesorului pot adăuga instrucțiuni care să facă orice, de la calcule matriceale la salturi înapoi – dacă proiectanții doresc acest lucru, dacă instrucțiunea face ceva util și dacă proiectanții au timp și resurse nelimitate ca să proiecteze cipul. Numărul de comenzi acceptate de un microprocesor este limitat de aspecte practice, cum ar fi crearea unui model funcțional și menținerea cipului la un nivel de complexitate acceptabil.

Întregul repertoriu de comenzi pe care le înțelege și la care reacționează un anumit model de microprocesor se numește *set de instrucțiuni* sau set de comenzi. Proiectantul microprocesorului stabilește combinația de biți atribuită fiecărei funcții. Ca urmare, modele diferite de microprocesoare recunosc seturi diferite de instrucțiuni, așa cum jocuri diferite au reguli diferite.

În ciuda limitelor practice, seturile de instrucțiuni ale microprocesoarelor pot fi incredibil de bogate și de variate, în timp ce instrucțiunile individuale sunt extrem de specifice. De exemplu, proiectanții primului procesor de tip 8086 au considerat că o simplă comandă de scădere nu este de ajuns. Au ajuns la concluzia că microprocesorul trebuie să știe ce să scadă din ce și ce să facă cu rezultatul obținut. Ca urmare, au adăugat la setul de instrucțiuni al cipurilor din familia 8086 o varietate de instrucțiuni de scădere care au fost păstrate până la microprocesoarele Pentium III actuale. Fiecare instrucțiune de scădere cere microprocesorului să citească numerele din diferite locuri și efectuează scăderea într-un mod puțin diferit.

Pentru executarea anumitor instrucțiuni este necesară parcurgerea mai multor etape. Acestea sunt uneori numite instrucțiuni complexe, datorită naturii lor compuse. Deși o instrucțiune complexă arată la fel ca o comandă simplă, ea poate implica o cantitate mare de muncă. O instrucțiune simplă poate fi comparată cu o comandă de genul „bate un cui“, pe când o instrucțiune complexă poate ajunge la ceva de genul „construiește o casă“. O simplă operație de scădere sau de adunare poate implica, de fapt, zeci de etape, inclusiv transformarea numerelor din zecimal în binar (1 și 0), notația pe care o înțeleg microprocesoarele. De exemplu, instrucțiunea de scădere din exemplul anterior cere unui anumit tip de microprocesor să scadă un număr din memorie dintr-un alt număr, stocat în registrul acumulator al microprocesorului – un loc des folosit pentru calcule de cele mai populare microprocesoare actuale.

Tot ceea ce face microprocesorul poate fi exprimat printr-o serie de instrucțiuni pas cu pas. Un program de calculator este o listă de instrucțiuni pentru microprocesor. Instrucțiunile sunt simple, dar din ele sunt compuse programe lungi și complexe, așa cum povestirile și romanele sunt construite pornind de la cuvinte. În timp ce scrierea pare ceva natural, programarea este ceva mai ciudată, deoarece vă impune să gândiți într-un mod și într-un limbaj total diferite. Operații precum adunarea numerelor, afișarea unei litere sau deplasarea unei imagini trebuie gândite ca o serie lungă de pași mărunți. Cu alte cuvinte, programarea este doar un mod diferit de examinare a problemelor și de exprimare a procesului de rezolvare a acestora.

## Regiștri

Înainte ca microprocesorul să poată prelucra numere sau orice alte date, acesta trebuie să cunoască numerele pe care le va prelucra. Cea mai directă metodă prin care microprocesorului îi pot fi asigurate variabilele de care are nevoie pare să fie furnizarea mai multor semnale codificate, în același timp cu instrucțiunea. Puteți transmite numerele 6 și 3 împreună cu instrucțiunea de scădere, așa cum în mașina de spălat puneți, în același timp, detergentul și cămășile. Totuși, această metodă are și unele

dezavantaje. Numerele trebuie să fie cumva direcționate către intrările corespunzătoare ale microprocesorului. Microprocesorul trebuie să știe dacă să scadă 3 din 6 sau 6 din 3 (diferența poate fi foarte importantă, mai ales dacă vă calculați balanța de plăți).

Așa cum dumneavoastră diferențiați numerele dintr-o problemă de scădere în funcție de locul în care le puneți în ecuație (6 – 3 sau 3 – 6), și microprocesorul distinge numerele cu care lucrează în funcție de poziție (adică locul în care le găsește). Ar fi suficiente două locații de memorie, dacă microprocesoarele ar fi altfel proiectate. Microprocesorul are o singură cale de acces la memorie, așa că nu poate „vedea“ la un moment dat decât o valoare din memorie. Ca urmare, microprocesorul încarcă cel puțin una dintre cele două valori într-o zonă de stocare internă numită registru. Microprocesorul poate avea apoi acces simultan atât la numărul din memorie, cât și la valoarea stocată în registrul intern. O altă soluție (și cea mai des folosită în prezent) constă în încărcarea în regiștri interni separați a ambelor valori cu care lucrează microprocesorul.

Una dintre funcțiile fiecărei instrucțiuni este să spună microprocesorului ce regiștri să folosească pentru date și unde să stocheze rezultatul obținut. Alte instrucțiuni cer microprocesorului să încarce numere în regiștri, în vederea prelucrării ulterioare, sau să mute numerele din regiștri în altă parte, de exemplu în memorie sau într-un port de ieșire.

Un registru funcționează atât ca o celulă de memorie, cât și ca un banc de lucru. Regiștrii păstrează combinațiile de biți până când pot fi prelucrate sau transmise către exterior. De asemenea, regiștrii sunt conectați și la circuitele de prelucrare ale microprocesorului, astfel încât modificările ordonate de instrucțiuni sunt făcute chiar în registru. Cele mai multe microprocesoare au mai mulți regiștri, dintre care unii cu funcții specifice (cum ar fi memorarea numărului instrucțiunii aflate în curs de executare; acest registru este numit contor sau *pointer de instrucțiuni*), iar alții au destinație generală. Într-o anumită perioadă, *acumulatorul* era singurul registru pe care microprocesorul îl putea folosi pentru efectuarea calculelor. În microprocesoarele moderne, regiștrii sunt aproximativ egali (în unele dintre ultimele modele de microprocesoare, toți regiștrii sunt egali, chiar interschimbabili), așa că acumulatorul este astăzi doar ceva mai mult decât un termen colorat, rămas din vremurile de demult.

Nu numai că microprocesoarele au un număr diferit de regiștri, dar regiștrii pot avea și dimensiuni diferite. Regiștrii sunt măsurați prin numărul de biți cu care pot lucra la un moment dat. Un microprocesor pe 16 biți, de exemplu, ar trebui să aibă unul sau mai mulți regiștri, fiecare putând păstra la un moment dat 16 biți de date. Microprocesoarele actuale au regiștri de 32 sau 64 de biți.

Adăugarea mai multor regiștri la un microprocesor nu îl face obligatoriu mai rapid. Dacă microprocesorului îi lipsesc caracteristici avansate, cum ar prelucrarea paralelă și tehnologia superscalară (despre care vom discuta mai târziu), el poate executa o singură operație la un moment dat. Nu este nevoie de mai mult de doi regiștri. În definitiv, cele mai multe operații matematice implică doar două numere (sau pot fi reduse la o serie de operații cu două numere). Totuși, chiar și în cazul microprocesoarelor construite cu tehnologii mai vechi, existența mai multor regiștri permite programatorului să scrie programe mai eficiente. Având la dispoziție mai multe locuri în care să stocheze date, programul are nevoie mai rar să mute informații în și din microprocesor, ceea ce poate economisi câteva etape de program și cicluri de ceas.

Modelele moderne de microprocesoare, în special cele care beneficiază de ultimele rezultate ale cercetării privind eficiența proiectării, au nevoie de mai mulți regiștri. Deoarece microprocesoarele rulează mult mai repede decât memoria, de fiecare dată

când trebuie să facă o citire sau o scriere în memorie, viteza scade. Ca urmare, reducerea numărului de operații cu memoria contribuie la creșterea performanțelor. Păstrarea datelor în regiștri conduce la creșterea vitezei de executare.

Pe de altă parte, existența unui număr mare de regiștri este echivalentă cu mutarea memoriei principale în microprocesor, cu toate complicațiile și dezavantajele inerente tehnologiei folosite pentru memorie. Cercetările au arătat că, pentru microprocesoarele care folosesc tehnologiile actuale, numărul optim de regiștri este 32. Ca urmare, aproape toate microprocesoarele actuale avansate, cum ar fi cipurile RISC, despre care vom discuta ceva mai târziu în acest capitol, au 32 de regiștri.

În schimb, *lățimea* regiștrilor are un efect substanțial asupra performanțelor unui microprocesor. Cu cât fiecare registru are mai mulți biți, cu atât mai multe informații poate prelucra microprocesorul în fiecare ciclu. Ca urmare, un registru de 64 de biți dintr-unul din cipurile RISC actuale permite efectuarea calculelor de opt ori mai repede decât registrul de 8 biți al unui microprocesor din prima generație – considerând că toate celelalte condiții sunt identice.

Totuși, obținerea avantajelor de performanță determinate de existența unor regiștri mai mari depinde de programele rulate. De exemplu, dacă un program cere microprocesorului să lucreze cu date pe 16 biți, puterea regiștrilor de 32 de biți nu este complet folosită. Din acest motiv, DOS, un sistem de operare pe 16 biți, scris cu instrucțiuni pe 16 biți, nu folosește complet posibilitățile microprocesoarelor actuale pe 32 de biți. Același lucru este valabil și pentru programele scrise pentru a fi rulate sub DOS sau sub sisteme de operare mai avansate, care însă au moștenit porțiuni substanțiale de cod pe 16 biți (cum ar fi Windows 95). Sistemele de operare moderne pe 32 de biți corespund mai bine ultimelor microprocesoare, cum ar fi Pentium Pro și, ca urmare, asigură performanțe mai bune.

S-ar putea să sesizați o problemă legată de regiștrii mari – cele mai multe date au o lățime mai mică. În mod normal, textul este furnizat sub forma unor blocuri de un octet (8 biți). Sunetele sunt stocate în unități de doi octeți. Datele pentru imagini pot avea unul, doi, trei sau patru octeți, dar aproape niciodată nu vor avea opt octeți – lățimea preferată de multe microprocesoare moderne. Microprocesoarele care folosesc tehnologia MMX a firmei Intel sunt astfel proiectate încât să folosească mai eficient regiștrii de lățime mare, prelucrând simultan în același registru mai multe tipuri de date de dimensiuni mai mici. Instrucțiunile MMX speciale spun microprocesorului cum să prelucreze în același timp toate blocurile mai mici de date. Extensiile SSE (Streaming SIMD Extensions), noua tehnologie creată de Intel, dezvoltă și mai mult acest mod de lucru.

## Logica sincronizată

Microprocesoarele nu execută instrucțiunile imediat ce semnalele care definesc codul acestora ajung la pinii care conectează microprocesorul cu restul circuitelor din calculator. Dacă cipurile ar reacționa imediat, ar apărea foarte des confuzii. Semnalele electrice nu-și pot schimba starea instantaneu; întotdeauna trec printr-o perioadă de tranziție, scurtă și măsurabilă. În această perioadă semnalele au un nivel nedefinit, care ar putea determina blocarea microprocesorului. Mai mult, nu este obligatoriu ca toate semnalele să-și schimbe starea în același timp, așa că, la un moment dat, s-ar putea ca unele semnale să aibă valorile corecte, în timp ce altele au valori greșite sau nedefinite. Ca urmare, microprocesorul trebuie să treacă prin perioade lungi de confuzie în care semnalele sunt, în cel mai bun caz, fără sens sau, în cel mai rău caz, periculoase.

Pentru a împiedica microprocesorul să reacționeze la aceste semnale invalide, cipul așteaptă o indicație, care îl informează că este disponibilă o comandă validă, care poate fi executată. Așteaptă până primește un semnal de tipul „Simon spune să ...“. În PC-urile moderne, această indicație este furnizată de ceasul sistemului. Ceasul trimite regulat impulsuri de tensiune – echivalentul electronic al ticăitului produs de ceasul bunicului. Microprocesorul verifică instrucțiunile primite de fiecare dată când primește un impuls de ceas – presupunând că nu este deja ocupat cu executarea unei alte instrucțiuni.

Primele microprocesoare nu puteau executa nici măcar o instrucțiune la fiecare impuls de ceas. Microprocesoarele mai vechi aveau nevoie chiar și de 100 de pași (și impulsuri de ceas) pentru executarea unei singure instrucțiuni. Numărul de cicluri de ceas necesare pentru executarea unei instrucțiuni depinde de instrucțiune și de modelul microprocesorului. Unele instrucțiuni au nevoie de câteva cicluri de ceas, altele de câteva zeci de cicluri. Mai mult, unele microprocesoare sunt mai eficiente decât altele în executarea instrucțiunilor. Tendința actuală este de a micșora și de a egaliza numărul de cicluri de ceas necesare pentru executarea unei instrucțiuni tipice.

Microprocesoarele actuale fac și mai mult pentru a reduce corespondența dintre ceasul sistemului și numărul de instrucțiuni executate. În mod deliberat, ele modifică viteza ceasului extern înainte ca aceasta să fie folosită intern de circuitele microprocesorului. În cele mai multe cazuri, frecvența de ceas este multiplicată cu un factor discret (de obicei doi sau trei, deși unele cipuri Pentium folosesc pentru multiplicarea frecvenței de ceas un factor fracțional, cum ar fi 1,5), astfel încât operațiile din interiorul cipului se desfășoară mai repede decât ar permite ceasul extern. În ciuda frecvențelor diferite în interiorul și în exteriorul microprocesorului, ceasul sistemului este încă folosit pentru sincronizarea operațiilor logice. Ajustările necesare sunt făcute de logica microprocesorului.

Lipsa corespondenței dintre ciclurile de ceas și executarea instrucțiunilor înseamnă că numai viteza ceasului (de obicei o frecvență în megaherți) nu este suficientă pentru a indica performanțele relative a două microprocesoare. De exemplu, dacă un microprocesor are nevoie, în medie, de șase cicluri de ceas pentru executarea fiecărei instrucțiuni, iar un alt microprocesor are nevoie numai de două, primul cip va fi mai lent (cu 50%) decât al doilea, chiar dacă frecvența ceasului pe care îl folosește este de două ori mai mare. Frecvența ceasului oferă o indicație corectă a performanțelor relative numai atunci când sunt comparate două modele identice de microprocesoare, care lucrează la viteze diferite, cum ar fi două cipuri Pentium III la 450 și la 500 MHz. (Cel de-al doilea cip Pentium III va face calculele cu aproximativ 10% mai repede.)

## Părțile funcționale ale microprocesorului

Cele mai multe modele de microprocesoare au circuitele logice interne împărțite în trei blocuri funcționale: unitatea de intrare/ieșire (sau unitatea I/O), unitatea de control și unitatea aritmetico-logică (UAL). Uneori, ultimele două sunt apelate împreună sub numele de unitate centrală de prelucrare (UCP), deși același termen este folosit adeseori pentru denumirea întregului microprocesor. Unii producători de cipuri împart aceste unități în componente mai mici, le dau alte nume sau includ în anumite microprocesoare mai multe unități de același tip. În orice caz, funcțiile celor trei unități sunt inerente oricărui microprocesor.

Toate cele trei părți ale microprocesorului interacționează. Cu excepția celor mai simple modele de microprocesoare, unitatea de intrare/ieșire se află sub controlul unității de control, iar operațiile unității de control pot fi determinate de rezultatele calculelor

executate de unitatea aritmetico-logică. Combinația celor trei părți determină puterea și performanțele microprocesorului.

Fiecare parte a microprocesorului are propriul efect asupra vitezei de prelucrare a sistemului. Unitatea de control operează ceasul intern al microprocesorului, care determină viteza de funcționare a cipului. Unitatea de intrare/ieșire determină lățimea magistralei microprocesorului, care influențează viteza cu care datele și instrucțiunile sunt transferate în și din microprocesor. Regiștrii și unitatea aritmetico-logică determină cantitatea de date care pot fi prelucrate în același timp.

## Unitatea de intrare/ieșire

Unitatea de intrare/ieșire face legătura între microprocesor și restul circuitelor din calculator, transmițând instrucțiuni de program și date regiștrilor unității de control și ai unității aritmetico-logice. Unitatea de intrare/ieșire asigură corespondența dintre nivelul semnalelor și sincronizarea circuitelor interne ale microprocesorului, pe de o parte, și cerințele celorlalte componente ale PC-ului, pe de altă parte. Circuitele interne ale microprocesorului, de exemplu, sunt proiectate pentru curenți foarte mici, astfel încât să lucreze mai repede și să degaje cât mai puțină căldură. Aceste circuite delicate nu pot controla curenții mai mari necesari pentru legarea componentelor externe. Ca urmare, fiecare semnal care iese din microprocesor trece printr-un buffer de semnal, aflat în unitatea de intrare/ieșire, în care puterea îi este mărită.

Unitatea de intrare/ieșire poate fi formată doar din câteva buffere sau poate îndeplini mai multe funcții complexe. În ultimele microprocesoare Intel, folosite în unele dintre cele mai puternice calculatoare personale, unitatea de intrare/ieșire include memoria cache și logica de dublare sau de triplare a frecvenței de ceas, care asigură corespondența ditre viteza mai mare de lucru a microprocesorului și viteza mai mică a memoriei externe.

Microprocesoarele utilizate în PC-uri folosesc două tipuri de conexiuni externe la unitățile de intrare/ieșire: conexiuni care indică adresa locațiilor de memorie la care sau din care procesorul va trimite, respectiv va recepționa date și instrucțiuni și conexiuni care transportă datele sau instrucțiunile. Primul set de conexiuni formează *magistrala de adrese*, iar al doilea formează *magistrala de date*.

Numărul de biți al magistralei de date a microprocesorului influențează direct viteza cu care sunt transportate informațiile. Un microprocesor este cu atât mai rapid, cu cât poate folosi mai mulți biți în același timp. De-a lungul anilor, microprocesoarele PC-urilor au folosit magistrale de date de 8, 16 sau 32 de biți. Ultimele microprocesoare Pentium și Pentium Pro au trecut la magistrale de 64 de biți.

Numărul de biți disponibili pe magistrala de adrese influențează cantitatea de memorie pe care o poate adresa microprocesorul. De exemplu, un microprocesor cu 16 linii de adresă poate lucra direct cu $2^{16}$ adrese, adică 65.536 (sau 64 KB) locații de memorie diferite. Diversele microprocesoare folosite în PC-uri au magistrale de adrese cu un număr de linii cuprins între 20 și 32. Deși microprocesoarele Pentium și Pentium Pro au păstrat magistralele de 32 de biți, alți producători de cipuri au extins domeniul unora dintre produsele lor la 64 de biți.

## Unitatea de control

Unitatea de control a unui microprocesor este un circuit cu logică sincronizată care, așa cum implică și numele, controlează funcționarea întregului cip. Spre deosebire de circuitele integrate obișnuite, ale căror funcții sunt fixate prin proiectarea hardware,

unitatea de control este mai flexibilă. Unitatea de control urmează instrucțiunile conținute de un program extern și spune unității aritmetico-logice ce să facă. Unitatea de control primește instrucțiunile de la unitatea de intrare/ieșire, le translatează într-o formă care poate fi înțeleasă de unitatea aritmetico-logică și memorează etapa din program aflată în curs de execuție.

Pe măsură ce complexitatea microprocesoarelor a crescut, unitatea de control a devenit tot mai sofisticată. În cazul microprocesorului Pentium, de exemplu, unitatea de control trebuie să decidă cum să direcționeze semnalele către două unități de prelucrare separate și cât primește fiecare dintre acestea. În alte microprocesoare avansate funcțiile unității de control sunt împărțite între alte blocuri funcționale, cum ar fi cele specializate în evaluarea și manipularea ramificațiilor dintr-un flux de instrucțiuni.

## Unitatea aritmetico-logică

Unitatea aritmetico-logică este responsabilă cu toate deciziile (calcule matematice și funcții logice) luate de microprocesor. Unitatea preia instrucțiunile decodificate de unitatea de control și fie le execută direct, fie execută microcodul corespunzător pentru a modifica datele conținute de regiștri. Rezultatele sunt transmise în afara microprocesorului prin unitatea de intrare/ieșire.

Primele microprocesoare aveau o singură unitate aritmetico-logică (UAL). Cipurile moderne pot conține mai multe astfel de unități, grupate, de obicei, în două categorii. Forma de bază este *unitatea pentru numere întregi*, care execută cele mai simple operații matematice. Microprocesoarele mai puternice conțin și una sau mai multe *unități în virgulă mobilă*, care execută operațiile matematice avansate (cum ar fi funcțiile trigonometrice sau funcțiile transcendente), de obicei cu o precizie mai mare. Primele microprocesoare Intel aveau unitatea în virgulă mobilă sub forma unui cip opțional separat, numit uneori coprocesor numeric sau *coprocesor matematic*, despre care vom discuta ulterior.

Chiar și cipurile echipate numai cu unități pentru numere întregi pot efectua operații matematice complexe, cu ajutorul unor programe care împart problema în pași simpli. Unitățile în virgulă mobilă folosesc pentru executarea funcțiilor avansate instrucțiuni separate dedicate și efectuează aceste operații mai repede.

## Unitatea în virgulă mobilă

O unitate în virgulă mobilă diferă de o unitate pentru numere întregi prin forma numerelor pe care le manipulează. Așa cum implică și numele, unitatea în virgulă mobilă lucrează cel mai bine cu *numere în virgulă mobilă.*

Virgula mobilă descrie un mod de exprimare a valorilor, nu un tip de date definit matematic, cum ar fi întreg, rațional sau real. Esența numerelor în virgulă mobilă este faptul că virgula zecimală se deplasează între un număr predefinit de cifre semnificative, în loc să rămână într-o poziție fixă, așa cum se întâmplă în cazul sumelor în dolari, care au întotdeauna două poziții zecimale.

Matematic vorbind, un număr în virgulă mobilă este format din trei părți: un *semn*, care arată dacă numărul este mai mare sau mai mic decât zero; o *mantisă*, care conține toate cifrele semnificative din punct de vedere matematic; și un *exponent*, care determină ordinul de mărime al mantisei, adică poziția în care este deplasată virgula zecimală. Gândiți-vă la numerele în virgulă mobilă ca fiind cele reprezentate prin notația științi-

fică. Dar în timp ce oamenii de știință pot lucra în baza zece – exponenții din notația științifică sunt puteri ale lui zece – coprocesoarele matematice prelucrează numerele în virgulă mobilă în baza doi, adică un șir de zero și unu reprezentând puteri ale lui doi.

## Arhitectura Intel

Ca un aspect practic, forma numerelor în virgulă mobilă folosite în calculatoare respectă standardul stabilit de Institute of Electrical and Electronic Engineers. Formatele IEEE primesc valori care pot fi reprezentate în formă binară folosind 80 de biți. Deși numărul de 80 de biți poate părea arbitrar în lumea calculatoarelor, unde totul se bazează pe puteri ale lui doi, iar dimensiunile regiștrilor s-au dublat constant de la 8 la 16, apoi la 32 și 64 de biți, este dimensiunea potrivită pentru reprezentarea unei mantise de 64 de biți, cu 15 biți rămași pentru exponent și încă un bit pentru semnul numărului stocat în registru. Deși standardul IEEE acceptă și numere în virgulă mobilă pe 32 sau 64 de biți, cele mai multe unități în virgulă mobilă sunt proiectate astfel încât să folosească valori pe 80 de biți.

Unitățile în virgulă mobilă ale procesoarelor Intel au opt astfel de regiștri pe 80 de biți pentru executarea calculelor. Instrucțiunile din program spun cipului matematic ce format să folosească și cum să facă acest lucru. Singura diferență reală este dată de modul în care rezultatele sunt puse la dispoziția microprocesorului după terminarea calculelor. Toate calculele sunt executate folosind întreaga lungime de 80 de biți a regiștrilor, spre deosebire de unitățile pentru numere întregi, care pot manipula independent în regiștri valori pe opt biți.

Cei opt regiștri pe 80 de biți din unitățile în virgulă mobilă proiectate de Intel diferă de unitățile pentru numere întregi și prin modul de adresare. Comenzile destinate regiștrilor din unitățile pentru numere întregi sunt trimise direct către registrul corespunzător, ca și cum ar fi trimise de un panou de comutare. Regiștrii unităților în virgulă mobilă sunt aranjați într-o stivă care seamănă cu un lift. Valorile sunt introduse în stivă, și cu fiecare nou număr, cel anterior trece cu o poziție mai jos. *Mașinile stivă* sunt considerate, în general, calculatoare simple. Proiectarea acestora este austeră și raționalizată, ceea ce le ajută să ruleze mai repede. Același lucru este valabil și pentru unitățile în virgulă mobilă orientate pe stivă.

## Coprocesoare matematice externe

Până la apariția procesoarelor Pentium, unitatea în virgulă mobilă nu era o parte garantată a microprocesorului. Circuitele pentru calcule în virgulă mobilă lipseau din unele microprocesoare 486 și din toate cipurile anterioare. Aceste circuite creșteau prea mult complexitatea cipului, cel puțin pentru nivelul tehnologiei de fabricație din acel moment. Deși câteva sute de mii de tranzistoare în plus cresc doar cu puțin costul (și cu foarte mult performanțele) unui cip cu 5,5 milioane de tranzistoare, pot dubla dimensiunile și costul unui cip mai mic. Pentru a reduce costurile, producătorii de cipuri au eliminat unitatea în virgulă mobilă, oferind-o ca opțiune.

Atunci când era necesară accelerarea operațiilor numerice, primele microprocesoare folosite în PC-uri vă permiteau să adăugați la calculator un cip suplimentar, opțional, pentru accelerarea calculelor cu valori în virgulă mobilă. Aceste unități externe în virgulă mobilă erau numite *coprocesoare matematice.*

Coprocesorul matematic este un caz special al unui circuit generic, numit *coprocesor*. Un coprocesor este, pur și simplu, ceva care lucrează în colaborare cu microprocesorul PC-ului. Scopul este creșterea performanței prin specializare și divizarea muncii –

echivalentul electronic al unei revoluții industriale miniaturizate. Pentru împărțirea muncii, coprocesorul preia o parte din operațiile microprocesorului cu destinație generală, reducând încărcarea acestuia. În același timp, coprocesorul este un cip specializat, proiectat pentru îndeplinirea unei anumite operații – și numai una – cu cea mai mare eficiență posibilă. Sacrificând cerința de a face totul, pentru orice tip de software, coprocesorul specializat poate fi redus la elementele esențiale pentru executarea unei operații cu maximă eficiență. Coprocesorul matematic este specializat în prelucrarea numerelor în virgulă mobilă.

Fiecare cip dinainte de Pentium are un coprocesor matematic corespunzător. Tabelul 3.1 prezintă procesoarele Intel și microprocesoarele corespunzătoare acestora. Și alte firme au produs coprocesoare compatibile cu cipurile 386. Toate coprocesoarele externe sunt în prezent învechite.

**Tabelul 3.1** Coprocesoare proiectate pentru microprocesoarele Intel

| *Microprocesor* | *Coprocesor* |
|---|---|
| 8086 | 8087 |
| 8088 | 8087 |
| 80286 | 80287 |
| 386DX | 387DX* |
| 386SX | 387SX* |
| 486DX | Nu este necesar |
| 486SX | 487 |

* *Multe dintre primele PC-uri echipate cu microprocesoare 386DX sau 386SX foloseau coprocesoare 80287 pe lângă sau în locul cipului 387 corespunzător.*

# Tehnologii avansate

Deoarece frecvențele de ceas mai mari fac mai dificilă proiectarea și fabricarea plăcilor de circuite și a circuitelor integrate, inginerii sunt puternic impulsionați să facă în așa fel încât microprocesoarele să execute mai multe instrucțiuni la o frecvență de ceas dată. Exact acesta este scopul celor mai multe tehnici moderne de proiectare a microprocesoarelor.

O modalitate de a accelera prelucrarea unei instrucțiuni este reducerea numărului de pași interni de care microprocesorul are nevoie pentru execuție. Reducerea numărului de pași se poate face în două feluri: creând microprocesoare mai complexe, astfel încât etapele de executați să poată fi combinate, sau folosind instrucțiuni mai simple, astfel încât să fie necesare mai puține etape. Ambele metode au fost folosite cu succes de proiectanții de microprocesoare – prima metodă pentru cipurile CISC și a doua pentru cipurile RISC.

O alte cale de reducere a numărului de cicluri cerute de programe este prelucrarea simultană a mai multor instrucțiuni. Sunt folosite două metode de executare a mai multor instrucțiuni în același timp: canalizarea (pipelining) și arhitectura superscalară. Atât cipurile RISC, cât și cipurile CISC beneficiază de avantajele acestor tehnologii, ca și de alte câteva tehnici de proiectare, care le ajută să lucreze mai eficient. Diferențele dintre cele două clase de microprocesoare sunt mai ușor de înțeles cunoscând tehnologiile care le stau la bază.

## Canalizarea

Modelele mai vechi de microprocesoare lucrează secvențial. Microprocesorul citește o instrucțiune din memorie, o execută pas cu pas, apoi trece la următoarea instrucțiune. Pentru fiecare pas este nevoie de cel puțin un impuls de ceas. Canalizarea permite microprocesorului să citească o instrucțiune, să înceapă prelucrarea ei, apoi, înainte de a o termina, să citească o altă instrucțiune. Deoarece pentru fiecare instrucțiune este nevoie de mai mulți pași, executați în părți diferite ale cipului, microprocesorul poate prelucra simultan mai multe instrucțiuni, transmise dintr-o parte în alta a cipului, așa cum sunt cărate gălețile cu apă de o echipă de pompieri – sau, într-o alternativă mai eficientă, așa cum este transportată apa printr-o conductă[1]. Cipurile Intel Pentium, de exemplu, au patru niveluri de canalizare. În microprocesor pot exista în același timp până la patru instrucțiuni, aflate în faze diferite de executare. În cea mai favorabilă situație, această tehnologie reduce la un singur ciclu de ceas executarea unei instrucțiuni pentru care, în mod obișnuit, ar fi nevoie de mai multe etape, deci de mai multe cicluri de ceas.

Prelucrarea prin canalizare este o metodă puternică, dar foarte pretențioasă. Canalul de prelucrare trebuie organizat cu mare grijă, iar căile paralele trebuie menținute perfect sincronizate. Gândiți-vă la un cor care cântă în canon Frére Jacques – o măsură ratată și toată armonia se pierde. Dacă una dintre fazele executării întârzie, atunci întârzie și celelalte faze. Cerințele impuse de canalizare constituie unul dintre motivele pentru care proiectanții de microprocesoare încearcă să facă astfel încât toate instrucțiunile să fie executate în același număr de cicluri de ceas. În acest fel, sincronizarea canalului de prelucrare este mai simplă.

În general, cu cât canalul de prelucrare are mai multe niveluri, cu atât viteza crește. „Super-canalizarea“ (super-pipelining) împarte etapele de bază ale prelucrării prin canalizare în mai mulți pași. Cel mai rapid microprocesor al firmei Intel, Pentium Pro, folosește un canal de prelucrare cu 12 niveluri.

Totuși, programele reale complotează împotriva canalelor de prelucrare paralelă cu multe niveluri. Aproape toate programele sunt ramificate, ceea ce înseamnă că executarea lor se poate face pe căi diferite, cu instrucțiuni diferite, în funcție de rezultatul calculelor și de deciziile luate. Un canal de prelucrare poate fi încărcat cu instrucțiuni dintr-o ramură de program, înainte să descopere că programul trebuia să urmeze o altă ramură. În acest caz, trebuie eliminat întreg conținutul canalului de prelucrare și trebuie încărcate alte instrucțiuni. Rezultatul este un efort logic inutil și mult timp irosit. Cu cât canalul de prelucrare este mai mare, cu atât se pierde mai mult timp. Timpul pierdut din cauza ramificărilor începe să depășească avantajele oferite de folosirea unor canale de prelucrare mari atunci când numărul de niveluri se apropie de cinci.

## Predicția ramurilor de executare

Pentru rezolvarea acestei probleme, cele mai puternice microprocesoare actuale adoptă o tehnologie numită *logică de predicție a ramurilor*. Atunci când umple canalul de prelucrare, microprocesorul încearcă să ghicească ramura de program pe care va continua executarea, apoi execută instrucțiunile mai probabile. Deoarece cipul „ghicește“ ceea ce urmează să facă, această tehnologie este uneori numită *execuție speculativă*.

Atunci când predicția microprocesorului se dovedește a fi corectă, cipul beneficiază de nivelurile multiple ale canalului de prelucrare, iar numărul de instrucțiuni prelucrate poate depăși numărul ciclurilor de ceas. Atunci când predicția microprocesorului se

1 În engl. *pipeline* – de unde și numele folosit pentru această tehnologie. (n. trad.)

dovedește a fi falsă, toate rezultatele obținute prin speculație trebuie eliminate, apoi trebuie executat codul corect. Microprocesorul marchează ca invalide datele aflate în faze de execuție mai mici și apoi le elimină. Deși nu pierde timp – oricum programul ar fi fost executat în aceeași ordine – cipul pierde avantajele oferite de canalul de prelucrare.

## Arhitecturi superscalare

În mod normal, etapele unui program au forma unei liste, dar nu întotdeauna trebuie executate exact în ordine. Așa cum problemele complicate pot fi împărțite în componente simple, și programele pot fi divizate. De exemplu, dacă aveți două camere și vreți să aflați care este mai mare, trebuie să calculați volumul fiecărei camere și apoi să comparați rezultatele. Dacă ați avea două creiere, ați putea calcula cele două volume în același timp. Un microprocesor superscalar face, în esență, același lucru. Dacă programele au două sau mai multe căi de executare, microprocesorul poate prelucra simultan două sau mai multe părți ale programului. Desigur, cipul trebuie să fie destul de inteligent ca să determine ce probleme pot fi împărțite pe bucăți și cum să facă acest lucru. Microprocesorul Pentium, de exemplu, are două căi de executare canalizată.

Primul sistem superscalar a fost calculatorul mainframe Control Data Corporation 6600, produs în 1964. Proiectate special pentru aplicații științifice intensive, primele mașini de acest tip erau construite din opt unități funcționale și erau cele mai rapide calculatoare din momentul respectiv.

Arhitectura superscalară a primit acest nume deoarece îmbunătățește microprocesorul mai mult decât o poate face creșterea incrementală a vitezei, obținută prin reducerea scalară a circuitelor din interiorul microprocesoarelor. O îmbunătățire a regulilor de proiectare a microprocesorului reduce dimensiunea microcircuitelor de pe cipul de siliciu. Reducerea dimensiunilor are ca efect micșorarea distanțelor pe care trebuie să le parcurgă semnalele și scăderea cantității de căldură degajată de circuite (deoarece elementele sunt mai mici și au nevoie de mai puțin curent pentru schimbarea stării). Unele modele de microprocesoare se pretează la reducerea dimensiunilor. Modelele superscalare obțin o creștere mai substanțială a performanțelor prin modificarea radicală a complexității circuitelor.

Folosirea prelucrării prin canalizare și a arhitecturii superscalare reduce numărul de cicluri de ceas necesare pentru executarea unei instrucțiuni tipice. Primele microprocesoare aveau nevoie, în medie, de câteva cicluri de ceas pentru fiecare instrucțiune. Multe dintre cipurile actuale (atât CISC, cât și RISC) execută, în medie, mai mult de o instrucțiune în fiecare ciclu de ceas.

## Executare prin regrupare

Indiferent cât de bine este împărțit un program de logica unui microprocesor superscalar, este improbabil ca fiecare canal de prelucrare paralelă să primească o „porție“ egală. Unul dintre canalele de prelucrare va avea mult de lucru, în timp ce altul va termina instantaneu. Desigur, logica cipului poate să trimită către canalul liber o nouă instrucțiune – presupunând că există una pregătită. Dar dacă următoarea instrucțiune depinde de rezultatul celei de dinainte, care se află încă în curs de executare în celălalt canal de prelucrare, canalul liber stagnează. Ar putea lucra, dar nu are nimic de făcut. Puterea potențială a microprocesorului este irosită.

Ca un bun angajat care caută continuu ceva de lucru, și microprocesorul poate face același lucru. Acesta poate să caute în program următoarea instrucțiune care nu depinde

de o acțiune anterioară neterminată și să înceapă prelucrarea noilor instrucțiuni. Acest mod de abordare ambițios este numit *executare prin regrupare* (out-of-order execution) și ajută microprocesoarele să profite de avantajele oferite de proiectarea multiscalară.

Totuși, această tehnică de executare poate genera o problemă. Deoarece programul nu mai este executat în ordinea în care a fost scris, rezultatul poate fi altul decât cel așteptat de programator. Ca urmare, microprocesoarele cu posibilități de executare prin regrupare nu trimit imediat către regiștri rezultatele prelucrării. Operațiile sunt executate invizibil, iar rezultatele instrucțiunilor prelucrate prin regrupare sunt păstrate într-un buffer, până când cipul termină de executat toate instrucțiunile anterioare. Cipul pune apoi rezultatele în ordinea corespunzătoare, asigurându-se că executarea prin regrupare nu a generat anomalii, și abia după această verificare rezultatele sunt trimise către regiștri. Pentru program și pentru restul lumii exterioare, rezultatele apar în regiștrii microprocesorului, ca și cum ar fi fost prelucrate în ordinea normală, dar cu o viteză mai mare.

## Redenumirea regiștrilor

Executarea prin regrupare pune adeseori propriile probleme. Este posibil ca două instrucțiuni care pot fi executate independent să citească sau să modifice același registru. În cazul execuției secvențiale a programului, ar fi executată mai întâi prima instrucțiune, apoi ar fi executată cea de-a doua instrucțiune. În timpul executării prin regrupare într-o arhitectură superscalară, este posibil ca cele două instrucțiuni să încerce să folosească simultan același registru. Deoarece un astfel de conflict ar duce inevitabil la rezultate confuze și la erori, un microprocesor superscalar obișnuit va trebui să se asigure că cele două instrucțiuni care apelează același registru sunt executate secvențial, nu în paralel, eliminând avantajul oferit de proiectarea superscalară.

Pentru evitarea unor astfel de probleme, microprocesoarele avansate folosesc tehnica de *redenumire a regiștrilor*. În loc să folosească un număr mic de regiștri cu nume fixe, acestea folosesc un set mai mare de regiștri, care pot fi denumiți dinamic. Circuitele fiecărui cip translatează referirile făcute de o instrucțiune la un anumit nume de registru, redirecționându-le către un registru fizic selectat. De exemplu, să presupunem că programul cere să i se pună la dispoziție registrul EAX, iar cipul spune „Desigur!“ și îi furnizează un registru pe care îl denumește EAX. Dacă o altă parte a programului cere tot registrul EAX, cipul extrage un nou registru din set și îi spune programului că și acest registru se numește tot EAX. Programul crede microprocesorul pe cuvânt, iar microprocesorul nu își face nici o grijă, deoarece are câteva miloane de tranzistoare, cu care ulterior poate pune lucrurile la punct.

Și într-adevăr este nevoie de milioane de tranzistoare, deoarece microprocesorul trebuie să țină evidența tuturor referirilor făcute la regiștri. El trebuie să se asigure că, dacă executarea unei instrucțiuni dintr-un program depinde de rezultatul dintr-un anumit registru, atunci instrucțiunii respective trebuie să îi fie furnizat registrul respectiv, conținând rezultatul corect.

## Seturi de instrucțiuni

Instrucțiunile sunt unitățile de bază care îi spun microprocesorului ce să facă. Pentru o singură instrucțiune, circuitele interne ale microprocesorului trebuie să execute sute, mii și chiar milioane de operații logice. De fapt, fiecare instrucțiune declanșează o cascadă de operații logice. Modul în care este controlată această cascadă de operații logice diferențiază modelele de microprocesoare și de calculatoare.

Primele calculatoarele electronice foloseau un model *cablat*. Fiecare instrucțiune activa circuitele electronice necesare pentru executarea tuturor etapelor instrucțiunii. Acest model are unele avantaje. Optimizează viteza de lucru a sistemului, deoarece conexiunile cablate nu încetinesc sistemul. Simplitatea înseamnă viteză, iar modelul cablat este cel mai simplu. În plus, modelul cablat era alegerea cea mai practică și mai evidentă. În definitiv, calculatoarele erau ceva atât de nou încât nimeni nu s-a gândit la o altă soluție.

Dar modelul cablat are și un mare dezavantaj. Acest model leagă componentele hardware și software într-o singură entitate. Orice modificare în hardware trebuie să se reflecte și în software. O modificare a calculatorului impune și modificarea programelor. Un nou model de calculator poate însemna rescrierea de la zero a programelor.

## Microcod

Ideea renunțării la modelele cablate s-a născut din nevoia unor seturi flexibile de instrucțiuni. De-a lungul istoriei calculatoarelor, determinarea exactă a instrucțiunilor care ar trebui să formeze setul de instrucțiuni al unui microprocesor a fost mai mult o artă decât o știință. Primele calculatoare comerciale produse de IBM, modelele 701 și 702, erau proiectate mai mult pe baza intuiției decât pe baza unui studiu privind instrucțiunile pe care ar trebui să le folosească programatorii. Fiecare calculator era proiectat pentru o anumită aplicație. Modelul 701 executa instrucțiuni gândite pentru utilizatorii cu orientări științifice; modelul 702 avea instrucțiuni destinate aplicațiilor comerciale și pentru afaceri.

Atunci când firma IBM a încercat să unească numeroasele sale calculatoare dedicate unor aplicații specifice într-un singur model cu destinație generală, seturile de instrucțiuni au fost combinate, astfel încât un singur calculator să poată satisface toate cerințele. Rezultatul a fost, desigur, un set de instrucțiuni extins, variat și complex. Noul calculator, IBM 360 (lansat în 1964) era diferit de modelele anterioare prin faptul că nu era creat ca un ansamblu hardware, ci ca o *arhitectură*. IBM a dezvoltat specificații și reguli privind modul de operare al calculatorului, dar a permis crearea mașinii reale prin orice implementare hardware pe care proiectanții o găseau potrivită. Cu alte cuvinte, IBM a definit instrucțiunile pe care trebuia să le folosească modelul 360, nu și circuitele care să le execute. Calculatoarele anterioare foloseau instrucțiuni care controlau direct componentele hardware. Pentru a adapta instrucțiunile definite de arhitectură la componentele hardware reale din care era format calculatorul, IBM a adoptat un nou concept, numit *microcod*, inventat de Maurice Wilkes de la Universitatea Cambridge.

Folosind această tehnologie, o instrucțiune determină un calculator să execute un mic program, care efectuează operațiile logice cerute de instrucțiunea respectivă. Colecția de mici programe pentru toate instrucțiunile pe care le înțelege un calculator reprezintă microcodul acestuia.

Deși nivelul suplimentar al microcodului a crescut complexitatea mașinilor, a adăugat și un înalt grad de flexibilitate. Inginerii pot încorpora în calculator orice noi tehnologii doresc, acesta continuând să ruleze același software, cu aceleași instrucțiuni scrise inițial pentru modelele mai vechi. Cu alte cuvinte, microcodul permite noilor modele hardware și noilor sisteme de calcul să păstreze compatibilitatea cu modelele anterioare.

De la lansarea modelului 360, aproape toate calculatoarele mainframe folosesc microcodul. Atunci când au fost create microprocesoarele pentru PC-uri, acestea au respectat același concept de proiectare ca și modelul 360, folosind microcodul pentru a

realiza corespondența între instrucțiuni și hardware. De fapt, microcodul dintr-un microprocesor este un set secundar de instrucțiuni, rulate invizibil de un nanoprocesor din interiorul cipului – în esență, un microprocesor în interiorul unui alt microprocesor.

Modelul microcodului și al nanoprocesorului simplifică crearea microprocesoarelor complexe. Circuitele puternice de prelucrare a datelor din interiorul cipului pot fi proiectate independent de instrucțiunile pe care trebuie să le execute. Maniera în care cipul tratează instrucțiunile complexe poate fi rafinată chiar și după stabilirea arhitecturii circuitelor principale. Erorile de proiectare pot fi corectate relativ ușor prin modificarea microcodului, o operație mai ușoară în comparație cu reproiectarea întregului cip, o sarcină deloc simplă atunci când sunt implicate milioane de tranzistoare. Setul bogat de instrucțiuni implementat prin microcod face ca programele pentru microprocesor (și pentru calculatoarele construite pe baza acestuia) să poată fi scrise mai ușor, deoarece se reduce numărul de instrucțiuni necesare pentru fiecare operație.

Totuși, microcodul are dezavantajul de a complica și mai mult calculatoarele și microprocesoarele. Ca să prelucreze fiecare instrucțiune pe care o trimiteți microprocesorului, nanoprocesorul din interiorul acestuia trebuie să execute mai multe instrucțiuni de microcod. Mai multe etape înseamnă mai mult timp de prelucrare consumat pentru fiecare instrucțiune. Timpul suplimentar de prelucrare înseamnă operare mai lentă. Inginerii au descoperit că microcodul are o modalitate proprie prin care compensează dezavantajele scăderii performanțelor – instrucțiunile complexe.

Folosind microcodul, proiectanții caculatoarelor pot realiza arhitecturi cu un repertoriu bogat de instrucțiuni, care execută funcții complicate. O singură instrucțiune complexă poate îndeplini funcțiile mai multor instrucțiuni simple. Deși, din cauza microcodului, executarea fiecărei instrucțiuni va lua mai mult timp, programul va fi format, în ansamblu, din mai puține instrucțiuni. În plus, adăugarea mai multor instrucțiuni poate conduce la creșterea vitezei. Unul dintre rezultatele conceptului „mai multe înseamnă mai repede“ este faptul că microprocesoarele tipice folosite pentru PC-uri au șapte instrucțiuni diferite pentru scădere.

## Microprocesoare RISC

Deși îndelung folosit în proiectarea calculatoarelor și a microprocesoarelor, microcodul nu este absolut necesar. În timp ce proiectanții arhitecturilor de sistem pierdeau nopțile scornind noi instrucțiuni, mai obscure și mai puternice, se năștea un curent opus. Începând din anul 1970, conceptul de microcod a fost atacat de o serie de cercetători, care susțineau că beneficiile oferite de acesta sunt mai mici decât pierderile de performanță.

Acești cercetători considerau că, prin eliminarea microcodului, instrucțiunile simple ar putea fi executate cu o viteză atât de mare, încât nu ar putea fi compensată de nici un grad de complexitate. În mod necesar, astfel de mașini cablate nu ar putea oferi decât un număr mic de instrucțiuni, deoarece complexitatea circuitelor cablate ar crește substanțial cu fiecare instrucțiune adăugată. Modelele practice sunt construite cel mai bine cu seturi mici de instrucțiuni.

John Cocke de la laboratoarele de cercetare din Yorktown ale firmei IBM a analizat modul în care calculatoarele folosesc instrucțiunile și a descoperit că cea mai mare parte a activității efectuate de calculator implică un număr relativ mic de instrucțiuni. De exemplu, fiind dat un calculator cu un set de 200 de instrucțiuni, două treimi din operațiile de prelucrare nu implică decât aproximativ 10 instrucțiuni. Cocke a mers mai departe pe această cale și a proiectat un calculator bazat pe un număr mic de

instrucțiuni, care puteau fi executate foarte rapid. Lui i se atribuie inventarea *calculatorului cu set redus de instrucțiuni* (Reduced Instruction Set Computer – RISC) în 1974. În anul 1987, eforturile lui Cocke pentru dezvoltarea calculatoarelor RISC au fost răsplătite cu premiul Turing (numit astfel după pionierul în calculatoare Alan M. Turing, cunoscut mai ales pentru testul Turing, folosit pentru definirea inteligenței artificiale) acordat de organizația ACM (Association for Computing Machinery)[1] și considerat a fi cea mai mare distincție pentru contribuțiile tehnice la dezvoltarea științei calculatoarelor.

Rețineți că termenul RISC a apărut după conceptul în sine. Termenul RISC îi este atribuit lui David Peterson, care l-a folosit într-un curs despre proiectarea microprocesoarelor, ținut la Universitatea Berkeley a statului California, în 1980. Primul cip care a purtat această etichetă și care a beneficiat de avantajele descoperirilor lui Cocke a fost RISC-I, un proiect de laborator terminat în 1982. Pentru a diferenția acest nou model de microprocesoarele tradiționale, sistemele bazate pe microcod, cu seturi mari de instrucțiuni, au primit numele de modele CISC sau *calculatoare cu set complex de instrucțiuni* (Complex Instruction Set Computers).

Cercetările lui Cocke au arătat că cea mai mare parte a operațiilor de calcul sunt efectuate de instrucțiunile de bază, nu de instrucțiunile complexe, puternice și specializate. Cercetări mai aprofundate, la universitățile Berkeley și Stanford, au demonstrat că există chiar situații în care o secvență de instrucțiuni simple poate să execute o operație complexă mai repede decât o singură instrucțiune complexă. Rezultatul acestor cercetări este adeseori rezumat ca regula 80/20: aproximativ 20% din instrucțiunile unui calculator efectuează aproximativ 80% din operații. Scopul modelelor RISC este de a optimiza performanțele unui calculator pentru cele 20 de procente din instrucțiuni, accelerând cât mai mult executarea acestora. Celelalte 80 de procente din instrucțiuni pot fi simulate, atunci când este nevoie, prin combinații ale celorlalte 20% de instrucțiuni mai rapide. Analiza și experiența practică au arătat că cele 20 de procente pot fi făcute atât de rapide, încât operațiile suplimentare necesare pentru simularea celorlalte 80 de procente să nu constituie un handicap.

În 1979 firma IBM a lansat modelul 801, prima mașină care beneficiază de avantajele descoperirilor lui Cocke. Acesta este considerat primul calculator proiectat intenționat cu un set redus de instrucțiuni. Modelul 801 era un minicalculator pe 32 de biți cu 32 de regiștri, care putea executa instrucțiuni simple într-un singur ciclu de procesor. Pornind de la modelul 801, IBM a dezvoltat, în 1986, modelul Personal Computer/RT, care a fost apoi transformat în modelul RISC System/6000. Procesorul multicip al sistemului RS/6000 a fost transformat într-un singur cip, care a reprezentat baza microprocesoarelor PowerPC (dezvoltate acum în colaborare cu firma Motorola).

Cercetările Universității Berkeley privind tehnologia RISC au dus la crearea microprocesoarelor RISC-II (în 1984) și SOAR. Aceste proiecte de laborator au inspirat firma Sun Microsystems în dezvoltarea liniei de microprocesoare SPARC.

De asemenea, filozofia RISC l-a inspirat și pe John Hennesey, de la Universitatea Stanford, să pună bazele proiectului MIPS. Deși grupul de dezvoltare MIPS a afirmat, la un moment dat, că numele proiectului provine de la scopul acestuia (Microprocessor without Interlocked Pipeline Stages – microprocesor fără niveluri interblocate în canalele

1 Association for Computing Machinery (ACM) – Societate înființată în 1947 pentru a susține ridicarea nivelului de pregătire și competență a profesioniștilor din domeniul prelucrării informațiilor. (n. trad.)

de prelucrare), în general se consideră că inițialele provin de la Millions of Instructions Per Second (milioane de instrucțiuni pe secundă), o unitate de măsură rudimentară pentru performanța microprocesoarelor. Din proiectul MIPS s-a despărțit, la un moment dat, grupul de dezvoltare MIPS Computer Systems (cunoscut sub numele MIPS Technologies, după fuzionarea cu Silicon Graphics în 1992). Cipurile firmei Silicon Graphics au la origine linia de dezvoltare a cipurilor MIPS de la Universitatea Stanford.

Granițele dintre seturile reduse și seturile complexe de instrucțiuni nu sunt foarte clar stabilite. Microprocesorul DEC Alpha, de exemplu, unul dintre cele mai recente modele RISC, are un repertoriu complet de 160 de instrucțiuni. În contrast cu acesta, microprocesorul Pentium al firmei Intel, considerat, în general, un microprocesor CISC, recunoaște în jur de 150 de instrucțiuni (depinde cum numărați). În lumina acestor incongruențe, unii dezvoltatori consideră că termenul RISC este prescurtarea de la Restricted Instruction Set Computer (calculator cu set limitat de instrucțiuni), nu de la Reduced Instruction Set Computer (calculator cu set redus de instrucțiuni).

Mai important decât terminologia folosită sau decât numărul de instrucțiuni pe care le înțelege un microprocesor ori un calculator, caracteristic cipurilor RISC și CISC este modul în care sunt executate aceste instrucțiuni. Reducerea setului de instrucțiuni ale unui calculator este doar una dintre metodele prin care inginerii au accelerat prelucrarea. O dată cu reducerea numărului de instrucțiuni, sunt eliminate toate elementele care micșorează performanțele, iar partea rămasă este astfel modificată încât să prezinte cea mai mică rezistență posibilă la trecerea datelor. Ca urmare, modelele RISC se deosebesc de modelele CISC nu printr-o simplă regulă „a fi sau a nu fi“, ci prin prezența sau absența unui număr de caracteristici și prin modul de implementare a acestora. Iată câteva dintre cele mai importante caracteristici ale microprocesoarelor RISC:

**Executarea într-un singur ciclu sau mai rapidă a instrucțiunilor.** Cele mai multe instrucțiuni sunt executate de un calculator RISC într-un singur ciclu de ceas sau chiar mai rapid, datorită prelucrării prin canalizare. Cipul nu prelucrează o singură instrucțiune într-o fracțiune a unui ciclu, ci prelucrează simultan mai multe instrucțiuni, pe măsură ce acestea înaintează în canalul de prelucrare. De exemplu, este posibil ca cipul să prelucreze simultan patru instrucțiuni, fiecare dintre acestea având nevoie de trei cicluri de ceas. Ca rezultat, microprocesorul va avea nevoie de trei sferturi dintr-un ciclu de ceas pentru fiecare instrucțiune.

**Uniformitatea instrucțiunilor.** Canalul de prelucrare al unui microprocesor RISC funcționează cel mai bine dacă toate instrucțiunile au aceeași lungime (același număr de biți), folosesc aceeași sintaxă și sunt executate în același număr de cicluri. Cele mai multe sisteme RISC au seturi de instrucțiuni formate numai din comenzi pe 32 de biți. În contrast cu acestea, seturile de comenzi CISC utilizate de microprocesoarele Intel standard folosesc instrucțiuni de 8, 16 sau 32 de biți.

**Absența microcodului.** Din calculatoarele RISC, microcodul fie lipsește cu desăvârșire, fie este folosit într-o măsură foarte mică, acestea bazându-se în schimb pe logica cablată. Operațiile executate de microcodul microprocesoarelor CISC necesită secvențe de instrucțiuni RISC simple. Remarcați că, dacă aceste operații complexe se repetă, secvențele de instrucțiuni RISC vor fi păstrate în memoria cache, de mare viteză, a microprocesorului. Ca urmare, memoria cache acționează ca un microcod, adaptat automat la programul care rulează.

**Modelul încărcare/stocare**. Accesul la memorie în timpul executării unei instrucțiuni generează deseori întârzieri, deoarece accesul la memoria RAM este lent față de

viteza de rulare a microprocesorului. Ca urmare, cele mai multe calculatoare RISC evită instrucțiunile imediate (care lucrează asupra datelor din memorie, nu asupra datelor stocate în regiștri) și reduc la minim numărul instrucțiunilor care modifică memoria. Înainte de a fi prelucrate, datele trebuie încărcate explicit într-un registru, folosind o instrucțiune separată de încărcare. Secvența de instrucțiuni din codul programului poate fi apoi organizată (prin folosirea unui compilator cu optimizare), astfel încât întârzierile în canalul de prelucrare paralelă să fie minime.

**Munca grea este făcută de software.** Modelul RISC transferă către programele care rulează în sistem o mare parte din efortul destinat obținerii performanțelor maxime. Performanțele unei mașini RISC depind de eficiența aranjării instrucțiunilor care trebuie rulate de sistem. Pentru a prelucra mai multe instrucțiuni într-un singur ciclu de ceas, canalele de prelucrare trebuie alimentate continuu cu instrucțiuni care se află într-o mișcare constantă. Dacă armonia prelucrării prin canalizare se pierde, sistemul stagnează.

Sistemele RISC depind de programe speciale, numite compilatoare cu optimizare, care analizează instrucțiunile pe care le generează, încercând să reorganizeze aceste instrucțiuni astfel încât să corespundă mai bine cerințelor prelucrării prin canalizare. De fapt, înainte de a fi rulate, programele RISC sunt analizate și rescrise pentru obținerea unei viteze maxime. Timpul suplimentar consumat pentru pregătirea programului este compensat de obținerea unor performanțe mai bune la fiecare rulare a programului. Programele comerciale sunt deja compilate atunci când le cumpărați, așa că dumneavoastră nu vedeți efortul suplimentar făcut de compilatoarele cu optimizare, ci doar faptul că obțineți mai rapid rezultatele.

**Simplitatea modelului.** Mai presus de orice, cheia proiectării mașinilor sau microprocesoarelor RISC este simplitatea. De exemplu, microprocesorul Intel 80486 conține pe cip aproximativ un milion de tranzistoare, în timp ce microprocesorul RISC MIPS M/2000 are doar aproximativ 120.000; cu toate acestea, cele două microprocesoare au performanțe comparabile. Mai puține tranzistoare înseamnă mai puține lucruri care pot funcționa greșit. Cipurile RISC nu sunt întotdeauna mai fiabile, dar fabricarea lor fără erori este mai ușoară decât în cazul cipurilor mai complexe.

Mai important decât numărul de tranzistoare este mărimea suprafeței de siliciu necesară pentru fabricarea unui microprocesor. O dată cu suprafața cipului crește și posibilitatea apariției unor erori de fabricație. În timpul procesului de fabricație erorile sunt inevitabile. O particulă de praf sau o porțiune de semiconductor care nu crește sau nu se gravează corespunzător pot împiedica funcționarea normală a circuitului. Un număr de asemenea defecte sunt inevitabile în fiecare matrice de siliciu. Cu cât circuitele din matrice sunt mai mari și mai complexe, cu atât mai mare este probabilitatea de apariție a unui defect într-unul dintre acestea (sau în toate). Ca urmare, numărul de circuite care pot fi folosite dintr-o matrice scade cu cât acestea sunt mai mari și mai complexe. În plus, cu cât circuitul este mai mare, cu atât mai puține astfel de circuite vor încăpea pe același fragment de siliciu. Aceasta înseamnă că, la un moment dat, cu un anumit echipament pot fi fabricate mai puține cipuri. Ținând seama de toți acești factori, producția de cipuri RISC poate fi mai mare. În termeni practici, fabricarea microprocesoarelor mai complexe costă mai mult.

Deoarece sunt mai simple, cipurile RISC sunt mai ușor de proiectat. Mai puține tranzistoare înseamnă mai puține circuite de proiectat și de testat – și mai puține coșmaruri pentru ingineri. Așa cum schița unui iglu este mai simplă decât cea a unei catedrale gotice, proiectul unui cip RISC cere mai puțin efort și poate fi realizat mai repede. Deși cipurile Intel păstrează seturile complexe de instrucțiuni – care au devenit

și mai complexe în urma adăugării extensiilor MMX și Streaming SIMD – nucleul logic al cipurilor curente se bazează pe multe tehnici RISC.

## Micro-operații

Multe microprocesoare care seamănă cu cipurile CISC și execută setul clasic de instrucțiuni CISC al procesoarelor Intel sunt, de fapt, cipuri RISC în interior. Deși această strategie a fost folosită pentru prima dată de producătorii care au încercat să cloneze microprocesoarele Intel, chiar firma Intel a adoptat-o pentru microprocesorul Pentium Pro și pentru toate modelele ulterioare.

Tehnica de bază implică transformarea instrucțiunilor clasice Intel în instrucțiuni asemănătoare celor de tip RISC, prelucrate de circuitele interne ale cipului. Intel numește instrucțiunile interne de tip RISC *micro-operații (micro-ops)*. Termenul este adeseori abreviat sub forma uops (de fapt, litera „u“ inițială ar trebui să fie litera grecească mu, prescurtarea pentru micro) și pronunțat iu-ops. Alte companii folosesc o terminologie puțin diferită. Firma NexGen (acum parte a firmei Advanced Micro Devices) folosea termenul *instrucțiuni RISC86*. AMD preferă termenul *R-ops* sau ROPs.

Prin proiectare, micro-operațiile elimină principalele dezavantaje ale setului de instrucțiuni Intel, codificând mai uniform toate instrucțiunile, modificând, pentru prelucrare, toate instrucțiunile la aceeași lungime și eliminând operațiile aritmetice care modifică direct memoria, prin încărcarea datelor din memorie în regiștri înaintea prelucrării.

Conversia la instrucțiuni asemănătoare celor de tip RISC permite microprocesorului să funcționeze intern ca o mașină RISC. Conversia codului se face la nivel hardware, complet invizibilă pentru program și în afara controlului direct al programatorului. Aceasta este doar o altă metodă prin care microprocesorul modern este făcut să funcționeze precum o cutie magică – introduceți în ea orice cod vechi, iar răspunsurile vă sunt furnizate cu o viteză uimitoare.

## Tehnologia VLIW (Very Long Instruction Word)

Imediat după intrarea tehnologiei RISC în fluxul de producție, o altă idee a ridicat nivelul tehnologic. La prima vedere, tehnologia VLIW (Very Long Instruction Word)[1] pare a fi un curent opus conceptelor RISC, deoarece folosește instrucțiuni lungi, complexe. În realitate, VLIW este o formă mai rafinată a tehnologiei RISC, concepută pentru a beneficia în mai mare măsură de avantajele microprocesoarelor superscalare. Fiecare cuvânt al unei instrucțiuni este format din câteva instrucțiuni RISC. În implementările tipice, opt instrucțiuni RISC pe 32 de biți sunt combinate pentru a forma un cuvânt de instrucțiune.

În mod obișnuit, combinarea instrucțiunilor RISC ar contribui foarte puțin la creșterea vitezei generale. Ca și în cazul tehnologiei RISC, secretul tehnologiei VLIW rezidă în software – compilatorul care produce codul final al programului. Instrucțiunile din cuvântul lung sunt astfel alese încât pot fi executate în același timp (sau în timpi foarte apropiați) în unitățile de prelucrare paralelă ale microprocesorului superscalar. Compilatorul selectează și aranjează instrucțiunile astfel încât să îndeplinească într-un mod optim cerințele procesorului superscalar – ceea ce înseamnă încă un pas pentru compilatorul cu optimizare. În esență, sistemul VLIW profită de avantajele pre-procesării executate de compilator pentru a face codul final și microprocesorul mai eficiente.

Tehnologia VLIW beneficiază și de avantajele oferite de magistralele mai late ale ultimelor generații de microprocesoare. Cipurile existente sunt legate de circuitele de

1 În traducere, „cuvinte foarte lungi pentru instrucțiuni“. (n. trad.)

suport prin magistrale de 64 de biți. Multe cipuri au magistrale interne de 128 de biți. Cuvintele de 256 de biți folosite pentru instrucțiuni fac încă un pas, permițând microprocesorului să încarce, într-un singur ciclu de acces la memorie, instrucțiuni care vor fi executate în mai multe cicluri.

În acest moment, nu sunt disponibile sisteme care folosesc tehnologia VLIW. De fapt, singurul set de comenzi VLIW existent este încă în stare experimentală. Este foarte probabil ca următoarea generație de microprocesoare să integreze conceptele VLIW.

## O singură instrucțiune, mai multe date

În încercarea de a îmbunătăți performanțele microprocesoarelor Intel pentru executarea operațiilor multimedia obișnuite, inginerii de hardware și software au analizat operațiile executate cel mai des de programele multimedia. Apoi au căutat cele mai eficiente căi prin care să permită microprocesoarelor să execute aceste operații. În principal, au pus accentul pe îmbunătățirea posibilităților oferite de microprocesoarele cu destinație generală pentru prelucrarea semnalelor, astfel încât acestea să devină competitive cu procesoarele dedicate, precum cipurile de prelucrare a semnalelor digitale (digital signal processor – DSP). Tehnologia dezvoltată a fost numită *Single Instruction, Multiple Data* (o singură instrucțiune, mai multe date). Tehnologia SIMD este elementul care a permis companiei Intel să adauge extensiile multimedia (MMX) la setul de comenzi al microprocesoarelor proprii. Intel a dezvoltat și mai mult această tehnologie, adăugând microprocesoarelor Pentium III extensiile Streaming SIMD, cunoscute anterior sub numele Katmai New Instructions, care îmbunătățesc puterea de prelucrare pentru operațiile 3D.

Așa cum indică și numele, tehnologia SIMD permite unei instrucțiuni de microprocesor să prelucreze mai mulți octeți sau mai multe cuvinte (sau chiar blocuri mai mari de date). În modelul MMX, instrucțiunile SIMD sunt construite pentru magistrala de date de 64 de biți a microprocesoarelor Intel Pentium sau mai noi. Toate datele, indiferent dacă la origine sunt octeți, cuvinte sau cuvinte duble de 32 de biți, sunt împachetate pe 64 de biți. Un pachet de 64 de biți poate conține opt octeți, patru cuvinte sau două cuvinte duble, și este încărcat printr-o singură operație într-un registru de 64 de biți al microprocesorului. Blocul de 64 de biți este manipulat apoi de o singură instrucțiune.

Deși nu pare foarte intuitivă, această abordare îmbunătățește modul de manipulare a datelor grafice și audio obișnuite. De exemplu, în aplicațiile de prelucrare video, numărul de cicluri de ceas consumate pentru unele operații poate fi redus cu 50 de procente sau chiar mai mult.

# Moduri de operare

Pe măsură ce și-a dezvoltat microprocesoarele, Intel a urmărit scopul discutabil al asigurării compatibilității. Fiecare nou microprocesor păstrează un anumit grad de compatibilitate cu modelele anterioare. De exemplu, comenzile unei generații au fost moștenite de următoarea generație. Un cip dintr-o nouă generație poate să își folosească regiștrii ca și cum aceștia ar aparține unui cip mai vechi, adresând, de exemplu, jumătate dintr-un registru de 32 de biți ca un registru de 16 biți.

O parte dintre încercările de asigurare a compatibilității au dus la structura și la modurile de operare ciudate ale microprocesoarelor moderne. De exemplu, folosirea memoriei segmentate pentru prima generație de microprocesoare Intel a fost un efort de asigurare a compatibilității înapoi. Pentru ca spațiul de adrese de un megaoctet să poată fi văzut ca 16 domenii de 64 KB, compatibile cu cipurile din generația anterioară,

adresarea a devenit întortocheată, iar scrierea programelor s-a complicat. Cipurile tratau memoria ca 16 blocuri separate, în locul unui singur domeniu de adrese mai larg.

În versiunile ulterioare, soluția găsită de Intel pentru asigurarea compatibilității înapoi și pentru rezolvarea problemelor de memorie a fost crearea a trei moduri diferite de operare. Ca rezultat, cipurile Intel moderne au trei moduri de operare principale: modul real, modul protejat și modul virtual 8086.

Fiecare dintre cele trei moduri joacă un rol în operarea unui PC modern și a produselor software pentru acesta. Toate sunt disponibile în microprocesoarele cu arhitectură Intel, încă de la lansarea cipului 80386 în 1987.

## Modul real

Modul de operare de bază al microprocesoarelor cu arhitectură Intel este *modul real*, modul de operare nativ (și singurul disponibil) pentru prima generație de microprocesoare Intel. Inginerii de la Intel au hotărât să păstreze acest mod de operare și pentru toate cipurile următoare, din motive de compatibilitate. Chiar și în cazul celor mai avansate microprocesoare cu arhitectură Intel, modul real simulează microprocesorul 8086, împreună cu toate limitările acestuia.

Modul real își datorează numele corespondenței exacte între memoria fizică – realitatea dură – și adresele logice folosite de microprocesor. Adresele logice specificate în programele care operează în mod real indică adrese fizice din memorie, determinate de proiectarea hardware a calculatorului.

În modul real, microprocesorul poate adresa direct până la un megaoctet de memorie, limită impusă de adresele pe 20 de biți generate de microprocesoarele din prima generație. Pentru asigurarea compatibilității cu microprocesoarele anterioare, Intel a optat pentru *segmentarea* memoriei folosite în mod real. În loc să folosească un singur domeniu de adrese, microprocesorul împarte memoria în segmente de 64 KB. Pentru specificarea unei locații de memorie, microprocesorul indică un segment, sub forma unei *adrese de deplasament* (offset), și o poziție în segment, ca *adresă de bază* (base address).

Microprocesoarele moderne extind zona de acțiune a modului real printr-o ciudățenie de proiectare. Pe lângă valorile adreselor pe 20 de biți, aceste cipuri au și un *bit de transport*, pe care îl folosesc pentru indicarea unui segment de memorie suplimentar, ajungând astfel la un total de 1088 KB de memorie în mod real. (De fapt, o altă ciudățenie face ca 16 octeți din acest segment să fie inaccesibili.) Îmbunătățirile aduse sistemelor de operare, în tranziția de la DOS la Windows, au exploatat această caracteristică a modului real pentru crearea zonei de memorie înaltă, despre care vom discuta în Capitolul 4, „Memoria“.

Toate microprocesoarele cu arhitectură Intel (cel puțin începând cu 8086) sunt încărcate în mod real. O comandă software, lansată de obicei de un sistem de operare precum Windows sau Linux, trece apoi microprocesorul într-un mod mai avansat de operare, pentru a beneficia de avantajele unor caracteristici precum domeniul mai mare de adrese sau protejarea memoriei.

## Modul protejat

În 1982, Intel a introdus modul protejat de adresare virtuală (Protected Virtual Address Mode), pentru a permite microprocesorului 80286 accesul la întregul domeniu de adresare de 16 MB. Noul mod, numit de obicei, mai simplu, *mod protejat*, este mai mult decât o îmbunătățire a adresabilității. Așa cum indică și numele, operarea în mod protejat permite cipului să protejeze domenii de memorie, astfel încât, atunci când sunt rulate simultan mai

multe taskuri, acestea să nu interfere din punctul de vedere al folosirii memoriei. În plus, atunci când operează în mod protejat, microprocesoarele Intel au un repertoriu suplimentar de instrucțiuni, cele mai multe fiind destinate operării multitasking.

Pentru a asigura securitatea operării programelor și PC-ului, modul protejat nu ridică ziduri în jurul aplicațiilor. Modul protejat permite programatorilor să atribuie programelor unul dintre cele patru niveluri de prioritate și împiedică accesul aplicațiilor cu prioritate mai mică la memoria alocată unei priorități mai mari. De exemplu, sistemului de operare îi este alocată prioritatea cea mai mare, astfel încât blocarea unui program cu prioritate mai mică să nu îl afecteze. Înainte de a referi memoria în mod protejat, microprocesorul verifică nivelul de protecție. Dacă accesul nu este permis, cipul refuză să execute instrucțiunea și semnalează o eroare (o *excepție*, în terminologia programării).

În modul protejat, memoria rămâne segmentată, dar Intel a transformat acest dezavantaj într-o calitate. În modul protejat, segmentele devin o modalitate de gestionare a memoriei și a proceselor, în loc să fie o restricție de adresare. Segmentele pot avea orice mărime, fiecare fiind definit de un bloc special de descriere, care precizează cantitatea de memorie conținută de bloc, domeniul de adrese în care se află și nivelul de protecție alocat segmentului.

Modul protejat al arhitecturii Intel acceptă și un *model de memorie plată*, ceea ce înseamnă că memoria este tratată ca un singur spațiu continuu, pentru produse software (cum ar fi sistemul de operare UNIX) care presupun că au la dispoziție un spațiu linear de adrese. Totuși, în schema Intel, memoria plată este doar un caz special al memoriei segmentate, cu un segment definit pentru date și un alt segment pentru cod.

Modul protejat al microprocesoarelor Intel acceptă și *paginarea la cerere*, o tehnică ce permite unui microprocesor să ruleze programe care au nevoie de o cantitate de memorie mai mare decât memoria fizică disponibilă. Paginarea la cerere funcționează prin împărțirea memoriei în porțiuni mai mici, numite *pagini*, gestionate individual. Microprocesoarele Intel fixează dimensiunea paginii la 4 KB. Microprocesorul simulează cantități mai mari de memorie prin transferarea paginilor de date și de cod în memoria fizică la nevoie (la cerere).

Deși microprocesorul 80286, care a introdus modul protejat, putea adresa numai 16 MB, modul protejat nu este restricționat de această limită. Modul protejat pune la dispoziția programelor întreaga putere a procesoarelor moderne.

## Modul virtual 8086

Pentru a permite rularea sistemului de operare DOS în mediul în mod protejat, Intel a adăugat *modul virtual 8086* la microprocesoarele din a treia și următoarele generații; cu alte cuvinte, toate cipurile începând cu 386 recunosc acest mod de operare. Numit, de obicei, *mod virtual* sau *mod virtual x86*, acest mod își câștigă numele de la faptul că împarte operarea unui singur microprocesor în mai multe microprocesoare virtuale, fiecare având posibilitatea să ruleze un proces DOS separat, ca și cum ar fi un cip 8086 dedicat. Fiecare microprocesor virtual, rulând în modul virtual 8086, are acces la întregul domeniu de adrese de 1 MB al modului real și poate să folosească aceleași instrucțiuni care ar fi disponibile și în cazul folosirii unui cip 8086 dedicat.

Spre deosebire de modul real, modul virtual 8086 operează ca parte a modului protejat și permite aceeași izolare între programe. Una sau mai multe aplicații în mod protejat pot să ruleze în același timp cu unul sau mai multe programe în mod virtual 8086. Un sistem

de operare rulând în mod protejat poate, de obicei, să gestioneze aplicațiile care rulează în modul virtual 8086.

Fiecare dintre mașinile virtuale care rulează în modul virtual 8086 poate să ruleze propriile programe, total izolată de celelalte calculatoare virtuale. Aceasta înseamnă că puteți rula simultan mai multe programe DOS pe același calculator. Deși acest tip de multitasking era posibil și fără arhitectura exotică a cipului 386, care a implementat pentru prima dată modul virtual 8086, cele mai multe sisteme de acest tip erau fie complexe, fie instabile, cerând, de obicei, ca programele să fie scrise în conformitate cu standarde de proprietar pentru operarea multitasking. Modul virtual 8086, pe de altă parte, face ca programele de control multitasking să fie mai simple, deoarece partea mai grea a operării este executată de hardware. Programele DOS comerciale funcționează fără modificări în modul virtual 386, folosind orice microprocesor Intel, începând cu 386.

Pe măsură ce se diminuează numărul aplicațiilor în mod real, cum sunt cele scrise pentru DOS, scade și importanța modului virtual 8086. Cu toate acestea, rămâne o parte a repertoriului microprocesoarelor Intel și probabil va rămâne astfel până când Intel se va hotărî să renunțe la arhitectura convențională.

# Caracteristici electrice

În esență, un microprocesor este un dispozitiv electronic. Indiferent de modelul logic – CISC, RISC, VLIW, SIMD sau oricare altul – microprocesorul folosește pentru executarea operațiilor porți logice construite din circuite semiconductoare. Baza electronică a microprocesorului are ramificații importante în construcția și funcționarea cipului.

Principiul prânzului gratuit (care, de fapt, nu există) ne spune că orice operație are un preț. Chiar și gândirea electronică a microprocesorului are un cost. Funcționarea implică schimbarea stării unor tranzistoare minuscule, iar fiecare schimbare de stare consumă o cantitate de energie electrică, pe care o transformă în căldură. Tranzistoarele sunt atât de mici încât procesul de comutare generează o cantitate minusculă de căldură, dar într-un microprocesor există milioane de tranzistoare și cantitățile de căldură se adună. Microprocesoarele moderne generează atât de multă căldură, încât răcirea este o problemă importantă de proiectare.

Căldura înseamnă energie irosită, iar energia este valoroasă în calculatoarele notebook. Ca urmare, proiectanții de microprocesoare, încercând să prelungească viața bateriilor, au adoptat câteva strategii care reduc consumul de energie în echipamentele portabile.

## Restricții termice

Ca urmare a împachetării pe o suprafață mică a circuitelor de pe cip, căldura este o problemă importantă pentru proiectare și operare. Căldura este inamicul circuitelor semiconductoare, deoarece poate distruge structura delicată a cristalului. Dacă se încălzește prea tare, cipul este distrus iremediabil. Aglomerarea circuitelor în capsulă duce la concentrarea căldurii generate de acestea, iar dimensiunea mică a componentelor individuale le face mai vulnerabile.

Căldura poate cauza și probleme mai subtile decât distrugerea. Deoarece conductivitatea circuitelor semiconductoare depinde și de temperatură, viteza efectivă de comutare a tranzistoarelor și a porților logice poate să se modifice dacă cipul este prea cald sau prea rece. Deși modificările de viteză induse de temperatură nu afectează viteza de calcul a microprocesorului (cipul trebuie să fie permanent sincronizat cu ceasul sistemului), acestea pot afecta sincronizarea dintre semnalele din interiorul microprocesorului. Dacă desincronizarea este mare, microprocesorul poate face greșeli de calcul, conducând

inevitabil la blocarea sistemului. Toate cipurile au domenii de temperaturi în care este garantată operarea fără astfel de erori de sincronizare.

Deoarece cipurile generează mai multă căldură pe măsură ce crește viteza, este posibil să degaje mai multă căldură decât pot disipa. Acumularea căldurii poate afecta în asemenea măsură sincronizarea semnalelor interne, încât microprocesorul va înceta să funcționeze și – nu este greu de ghicit – sistemul se va bloca. Pentru a evita astfel de probleme, adeseori producătorii de calculatoare atașează microprocesoarelor și altor componente semiconductoare radiatoare care ajută la disiparea căldurii.

Un *radiator* este o simplă bucată de metal care mărește suprafața de disipare a căldurii degajate de microprocesor sau de alt circuit care generează căldură. Cele mai multe radiatoare au aripioare, rânduri de pini sau alte geometrii care le măresc suprafața. De obicei, radiatoarele sunt făcute din aluminiu, deoarece acest metal este un foarte bun conductor termic, permițând căldurii să se răspândească rapid în radiator.

Radiatoarele asigură *răcirea pasivă*, numită astfel deoarece nu folosește pentru răcire un mecanism consumator de energie. Radiatoarele asigură răcirea prin convecție, transferând căldura către aerul care circulă în jurul radiatorului. Circulația este asigurată prin ridicarea aerului cald, care este înlocuit de aer mai rece.

Spre deosebire de răcirea pasivă, *răcirea activă* implică folosirea unui dispozitiv mecanic sau electric pentru disiparea căldurii. Cel mai cunoscut dispozitiv de acest tip este ventilatorul, care face ca pe lângă radiator să treacă o cantitate mai mare de aer decât ar fi posibil numai datorită convecției.

Ca produs secundar al funcționării microprocesorului, căldura este o risipă. Energia care ridică temperatura microprocesorului nu face o muncă utilă, dar consumă energie de la sursa care alimentează microprocesorul.

Unele cipuri se încălzesc atât de puternic încât producătorii au integrat un dispozitiv de răcire activă chiar în cip. De exemplu, cipurile Pentium Overdrive ale firmei Intel au un miniventilator de plastic chiar pe cip. Problema acestei metode de răcire activă integrată este faptul că ventilatorul se poate defecta, ducând la supraîncălzirea cipului. Soluția firmei Intel la această problemă este reducerea vitezei cipului (de obicei la 25 MHz) după căderea ventilatorului, ceea ce are ca efect reducerea cantității de căldură degajată și protejarea cipului împotriva defectării termice. Din nefericire, cipul nu vă avertizează atunci când își micșorează viteza, iar PC-ul va răspunde mai încet, aparent fără nici un motiv.

Producătorii de calculatoare notebook trebuie să rezolve o altă problemă legată de răcirea eficientă a calculatoarelor. Folosirea unui ventilator pentru răcirea unui calculator portabil este problematică. Ventilatorul consumă o cantitate substanțială de energie, care micșorează durata de viață a bateriei. În plus, căldura generată chiar de motorul ventilatorului poate reprezenta o parte semnificativă a cantității totale de căldură din sistem. Ca urmare, cei mai mulți proiectanți de calculatoare notebook folosesc metode mai ingenioase de control termic pasiv, cum ar fi tuburile de răcire[1] sau utilizarea întregului șasiu al PC-ului ca radiator.

---

1 Tubul de răcire este un dispozitiv de răcire sub forma unui tub închis etanș, care conține un lichid și un fitil. Lichidul se evaporă la capătul fierbinte și vaporii se împrăștie în tub, ajungând la capătul rece, unde se condensează pe fitil. Lichidul ajunge din nou la capătul fierbinte prin capilaritate. (n. trad.)

## Tensiuni de operare

Pentru calculatoarele desktop, supraîncălzirea este o problemă mai importantă decât consumul de energie. Chiar și cele mai „risipitoare" microprocesoare folosesc mult mai puțină energie decât un bec electric. Consumul maxim al unui microprocesor pentru PC este de aproximativ nouă wați, mai puțin decât un bec de veioză și fără importanță atunci când rețeaua electrică vă pune la dispoziție megawați.

Dacă alimentarea se face de la baterie, fiecare miliwat este important. Cu cât PC-ul folosește mai multă energie, cu atât mai scurtă este viața bateriei sau cu atât mai grele sunt bateriile necesare pentru a obține o anumită durată de viață între două încărcări. Orice creștere cu un grad a temperaturii PC-ului reduce cu câteva minute timpul de operare al bateriei.

Calculatoarele notebook și sub-notebook alimentate de la baterii i-au obligat pe proiectanții de microprocesoare să-și schimbe modul de gândire. Dacă, la un moment dat, aceștia se mulțumeau să folosească, pentru a răci cipurile, radiatoare, ventilatoare și alte sisteme de răcire, din ce în ce mai mari și mai puternice, astăzi pun accentul pe reducerea temperaturii și a consumului de energie direct la sursă.

O modalitate de reducere a consumului de energie este proiectarea unor elemente mai mici. Circuitele digitale mai mici au nevoie de mai puțină energie. Dar reducerea cipurilor nu este o soluție accesibilă; microprocesoarele sunt oricum proiectate atât de mici cât permite tehnologia folosită pentru producție.

Pentru a reduce și mai mult cerințele de energie ale microprocesoarelor și a le face mai potrivite pentru operarea pe baterii, inginerii au pus la punct două noi tehnici de proiectare: operarea la tensiuni mai scăzute și gestionarea consumului de către sistem. Deși bazate pe idei diferite, aceste metode sunt adeseori folosite împreună pentru reducerea consumului de energie al microprocesorului. Cele mai multe modele noi de microprocesoare vor încorpora, probabil, ambele tehnologii. De fapt, unele modele mai vechi de microprocesoare au fost modernizate prin includerea unor asemenea tehnologii de economisire a energiei (de exemplu, seria SL-Enhanced a cipului Intel 486 sau versiunile portabile ale procesorului Pentium).

Încă de la apariția familiei de circuite digitale bazate pe logica tranzistor-tranzistor – tehnologia de proiectare care a dus la crearea microprocesorului – logica digitală a operat la tensiunea de cinci volți. Acest nivel de tensiune este, în esență, arbitrar. Ar fi putut fi folosită aproape orice altă tensiune. Dar tehnologia bazată pe tensiunea de cinci volți oferă o serie de avantaje practice. Este destul de mică pentru a fi sigură și a permite operarea cu un consum mic de energie, dar destul de mare pentru a evita zgomotele și a permite câteva căderi de tensiune pe diode, reprezentând reducerile inevitabile de tensiune care apar atunci când un curent traversează o joncțiune semiconductoare.

Orice joncțiune semiconductoare, formând, în esență, o diodă, determină o cădere a tensiunii care trece prin aceasta. Joncțiunile de siliciu cauzează o cădere de aproximativ 0,7 volți, iar într-o poartă logică pot exista una sau mai multe joncțiuni. Alte materiale cauzează căderi de tensiune mai mici – germaniul, de exemplu, produce o cădere de numai 0,4 volți – dar aceste căderi sunt inevitabile.

Nu este nimic magic în legătură cu tensiunea de cinci volți. Reducerea tensiunii folosite de circuitele logice scade spectaculos consumul de energie, deoarece puterea consumată de circuitele electrice este proporțională cu pătratul tensiunii. Aceasta înseamnă că dublarea tensiunii duce la creșterea de patru ori a puterii consumate. Reducerea tensiunii la jumătate scade puterea consumată cu trei sferturi – desigur, presupunând că circuitele continuă să funcționeze la tensiunea mai scăzută.

Toate modelele actuale de microprocesoare operează la 3,3 volți sau mai puțin. Ultimele modele Pentium II și III operează la o tensiune apropiată de 2,0 volți. Pentru reducerea la minim a consumului de energie, Intel a stabilit tensiunea de operare a logicii de nucleu la cel mai scăzut nivel posibil, respectiv 1,8 volți. Memoria cache secundară a acestor cipuri (care este fabricată separat de logica de nucleu) are nevoie, de obicei, de o sursă proprie de tensiune, deseori mai mare. De fapt, tensiunea de operare a devenit atât de importantă, încât Intel a dedicat câțiva dintre pinii cipului Pentium II și ai microprocesoarelor mai noi pentru codificarea cerințelor de tensiune, iar PC-ul gazdă trebuie să ajusteze tensiunile furnizate cipului în funcție de aceste cerințe.

Cele mai multe arhitecturi de magistrală și cele mai multe module de memorie actuale funcționează numai la nivelul de 3,3 volți. Modelele viitoare vor scădea și acest nivel. Sistemele de memorie Rambus, de exemplu, operează la 2,5 volți (a se vedea Capitolul 4).

## Semiconductoare cu tensiuni foarte scăzute

Chiar și tensiunea de 1,8 volți este departe de nivelul minim de lucru al semiconductoarelor. În februarie 1996, la Conferința Internațională dedicată Circuitelor Semiconductoare (International Solid State Circuits Conference), ținută la San Francisco, firma Toshiba America Electronic Components, Inc. a prezentat o tehnologie pe care a numit-o *Extremely Low Voltage Semiconductors* (semiconductoare cu tensiuni foarte scăzute). Conform firmei Toshiba, noul model permite circuitelor integrate să opereze la un nivel de numai 0,5 volți. Această reducere de zece ori a tensiunii conduce la reducerea efectivă a puterii consumate de 100 de ori față de standardul TTL de 5 volți sau la a cincisprezecea parte din consumul cipurilor Pentium II actuale. Posibilitățile de lucru la tensiuni scăzute sunt obținute permițând producătorului să controleze individual tensiunea de prag pentru fiecare tranzistor al cipului. Tensiunea de prag este nivelul la care se produce comutarea tranzistorului de la starea inactivă la cea activă, iar tehnologia actuală cere ca toate tranzistoarele dintr-un cip să opereze la aceeași tensiune de prag.

În prezent nici un produs comercial nu folosește tehnologia Extremely Low Voltage Semiconductor, deși unele cipuri, precum Pentium III, se apropie de acest nivel. Probleme legate de zgomote și de interferențe fac dificilă aplicarea acestei tehnologii la arhitectura generală a PC-ului și la circuitele aflate în afara limitelor sigure ale cipului. Totuși, pentru circuitele interne, modelele actuale tind către operarea la tensiuni foarte scăzute, care promite o reducere substanțială a cerințelor de energie ale calculatoarelor notebook.

## Gestionarea energiei

Cele mai multe microprocesoare au fost proiectate astfel încât să se comporte precum paza de coastă, adică să fie întotdeauna pregătite. (Deviza trupelor din paza de coastă a Statelor Unite – U.S. Coast Guard – este *semper paratus*.) Nu numai că toate circuitele sunt întotdeauna pregătite, dar acestea funcționează la potențial maxim, indiferent dacă sunt folosite sau nu. Din punct de vedere al consumului de energie, este ca și cum ați ține aprinse toate luminile din casă în timp ce stați liniștit în sufragerie și citiți o carte. S-ar putea ca, la un moment dat, să vreți să vă plimbați prin celelalte camere, așa că țineți luminile aprinse – și dați de lucru companiei de electricitate.

Cei mai mulți oameni (sau cel puțin cei care se gândesc la economii) aprind numai luminile din camerele în care stau, stingându-le pe celelalte ca să micșoreze risipa de electricitate. Microprocesoarele mai noi sunt proiectate să facă același lucru, deconectând porțiuni din circuitele proprii și chiar unele circuite din afara microprocesorului, atunci când acestea nu sunt necesare. De exemplu, atunci când rulați un program care așteaptă

să apăsați o tastă, microprocesorul poate deconecta cea mai mare parte a circuitelor de calcul până când recepționează o întrerupere de la controllerul de tastatură. Această caracteristică de tip *folosește-numai-când-este-nevoie* se numește gestionare de sistem și a fost implementată pentru prima dată de firma Intel în microprocesorul 386SL, devenind apoi o caracteristică standard a celor mai multe cipuri moderne.

În plus, multe microprocesoare pot funcționa la diferite viteze. Micșorarea vitezei de lucru a unui cip reduce consumul de energie (reducând și performanțele). Multe dintre cipurile actuale permit calculatorului pe care sunt instalate să reducă viteza de lucru prin micșorarea frecvenței de ceas. Microprocesoarele care folosesc modele logice statice își pot întrerupe complet operarea, fără să riște compromiterea valorilor stocate în regiștri, ceea ce permite oprirea completă a sistemului pentru conservarea energiei. Ulterior, circuitele pot fi reactivate fără a pierde vreun octet de informații. În comparație cu acestea, atunci când viteza de lucru scade prea mult, modelele dinamice obișnuite își pierd sarcinile electrice mai rapid decât le refac.

## Supraaccelerarea ceasului

În vremurile când operarea unui PC era un sport comparat cu îmblânzirea cailor sălbatici, rezervat aventurierilor sau celor cărora le lipseau banii (sau simțul realității), o metodă de a obține viteze mai mari de lucru era modificarea frecvenței de ceas a sistemului și rularea microprocesorului la o viteză superioară celei nominale – tehnică numită *supraaccelerare* (overclocking). Deoarece ceasul sistemului obține frecvența de la un singur oscilator, controlat de un singur cristal, modificarea era foarte tentantă. În definitiv, cristalele de ceas pot fi cumpărate la prețuri destul de mici de la orice magazin de componente. Nu este greu să scoateți de pe placă cristalul de 66 MHz și să îl înlocuiți cu unul de 100 MHz.

În prezent, modificarea frecvențelor de ceas este mai simplă și, în același timp, mai complicată ca niciodată. Noile plăci de bază simplifică operațiile de modificare a frecvenței. Pe de altă parte, aveți mai multe frecvențe de modificat și mai multe șanse de a face sistemul inoperabil.

Deseori, pentru plăcile de bază moderne viteza de operare a oscilatoarelor principale este programabilă. În locul unor oscilatoare obișnuite, acestea folosesc *sintetizatoare de frecvență*, cipuri speciale care pot să creeze aproape orice frecvență necesară, pornind de la orice frecvență dată. Acestea folosesc un cristal pentru a menține stabilitatea frecvenței de operare, dar sunt programate electric pentru generarea frecvențelor necesare sistemului. Pentru ca pe aceeași placă să poată fi montate diverse microprocesoare, producătorii vă dau posibilitatea să ajustați frecvența de operare a sintetizatorului, folosind un jumper sau un comutator. Pentru unele plăci de bază, frecvența de operare a magistralei externe este o opțiune de configurare avansată pe care puteți să o modificați de la tastatură în timpul configurării memoriei CMOS. În funcție de tipul calculatorului, puteți să modificați direct ceasul microprocesorului sau să obțineți indirect același rezultat, prin modificarea vitezei magistralei externe și a factorului de multiplicare intern. În ambele situații, selectați opțiunile care se potrivesc cel mai bine cu microprocesorul pe care vreți să îl instalați. Dacă vreți să faceți experimente și să depășiți limitele nominale, schimbați parametrii sintetizorului de frecvență. De asemenea, pregătiți-vă o găleată cu apă ca să răciți componentele și un credit cu o limită de sumă destul de ridicată ca să puteți cumpăra un microprocesor nou dacă schema pe care o credeați cea mai bună se dovedește a fi un eșec.

Sursele care susțin tehnicile de supraaccelerare menționează că, deseori, creșterea vitezei microprocesorului îmbunătățește mai puțin performanțele decât creșterea vitezei pe

magistrala externă a microprocesorului, folosită de sistemul de memorie. Modificarea vitezei magistralei externe, pentru cele mai multe plăci de bază moderne, înseamnă și modificarea vitezei magistralei PCI. Trebuie să țineți seama de toate cele trei viteze și să asigurați corespondența între acestea.

Unele microprocesoare răspund la supraaccelerare mai bine decât altele. Cele mai multe surse sunt de acord că microprocesoarele Intel (cu câteva excepții) sunt evaluate destul de conservator și pot fi accelerate cu succes. Microprocesoarele produse de alte firme sunt, de cele mai multe ori, forțate până la limitele permise de tehnologie. În cazul acestora, fiabilitatea poate fi grav compromisă în cazul operării la viteze mai mari decât cele nominale. Aceste cipuri lucrează deja într-un regim apropiat de limita termică. Forțarea unor viteze mai mari poate duce la arderea cipului.

Supraaccelerarea poate lua și o formă mai înșelătoare. Distribuitori fără scrupule cumpără uneori microprocesoare (sau cipuri de memorie ori alte dispozitive semiconductoare evaluate în funcție de viteză) și schimbă etichetele cu unele care specifică viteze potențiale mai mari; de exemplu, cumpărând un cip Pentium II la 300 MHz și marcându-l pentru 400 MHz. Un pic de vopsea albă crește valoarea pe piață a microprocesorului cu câteva sute de dolari, dar creează un produs care va opera, probabil, în afara domeniului de fiabilitate. Începând cu cipurile Pentium III, Intel a introdus numere de serie interne pentru a împiedica fraudele de acest tip. Folosind seria cipului, care nu poate fi modificată, puteți să determinați viteza reală a acestuia.

# Probleme fizice

Partea funcțională a microprocesorului este exact ceea ce implică numele de „cip“: o foiță de siliciu nu mai mare decât un timbru. Deși este un material destul de robust, cu o duritate moderată, siliciul este sensibil la contaminarea chimică. În definitiv, semiconductoarele sunt crescute într-o atmosferă precis controlată, a cărei compoziție chimică afectează proprietățile funcționale ale cipului final. Pentru a împiedica oxigenul și substanțele contaminante din atmosferă să afecteze siliciul produs în medii strict controlate, cipul trebuie încapsulat. Primele componente semiconductoare, tranzistoarele, erau ermetic închise în mici capsule metalice.

De atunci, arta și știința încapsulării semiconductoarelor au avansat. Circuitele integrate moderne sunt, de cele mai multe ori, îmbrăcate în plastic epoxidic, un material ieftin, care poate fi ușor modelat în formele corespunzătoare. Din nefericire, microprocesoarele se pot încălzi foarte tare, uneori prea puternic pentru îmbrăcămintea de plastic. Ca urmare, cele mai multe microprocesoare moderne puternice sunt încapsulate în materiale ceramice, sudate la temperaturi înalte. Cipurile mai vechi, care nu se încălzesc atât de tare, sunt îmbrăcate în plastic. Cea mai recentă tendință în tehnologia de încapsulare a cipurilor constă în fabricarea unor capsule aranjate pe o bandă, optimizate pentru asamblarea automată a plăcilor de circuite.

## Încapsularea

Cele mai primitive microprocesoare – adică cele din primele generații, care nici nu aveau prea multe semnale, nici nu consumau prea multă energie – încăpeau în aceleași capsule folosite și pentru alte circuite integrate, cunoscutele și blamatele capsule cu două rânduri de pini, DIP (dual-in-line pin). Singura problemă a cipurilor din capsule DIP este schimbul de semnale cu exteriorul. Chiar și anticele cipuri pe 8 biți au nevoie de mai mult decât cele 14-20 de conexiuni care încap pe o capsulă DIP obișnuită. Ca urmare, cele mai multe microprocesoare DIP au capsule cu 40 sau mai mulți pini.

Microprocesorul DIP tipic este un dreptunghi de plastic epoxidic, cu o lungime de aproximativ cinci centimetri și o lățime ceva mai mare de un centimetru. Unele cipuri DIP mai puternice folosesc capsule ceramice, cu porțiuni metalice în zona care acoperă pastila de siliciu. Pe cele două laturi mai lungi ale capsulei se află câte un rând de pini, asemănători cu picioarele unui miriapod.

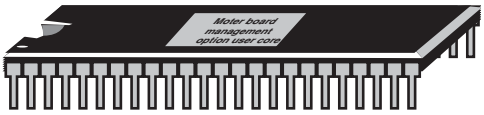



**FIGURA 3.1**
*Un cip DIP 80286, cu pinul 1 în partea stângă.*

Cel mai important dintre aceste picioare este pinul cu numărul unu, care determină orientarea corectă a cipului la instalarea în soclu. Pinul cu numărul unu este pinul care încheie șirul de pini din partea stângă a cipului, în aceeași parte cu crestătura de orientare, atunci când cipul este privit de sus (a se vedea Figura 3.1)

Capsula DIP este departe de a fi ideală, din mai multe motive. De exemplu, prin adăugarea mai multor conexiuni, s-ar obține un cip mult prea mare. Un microprocesor cu 100 de pini avea o lungime de aproximativ cinci inci (12,7 cm). Nu numai că un astfel de monstru ar fi greu de montat pe o placă de circuite de dimensiuni rezonabile, dar semnalele pentru pinii de la capătul capsulei ar avea de străbătut un drum mult mai lung decât cele de la pinii din centru. La frecvențele de lucru actuale, diferența de distanță ar însemna o fracțiune considerabilă dintr-un ciclu de ceas, ceea ce ar putea duce la desincronizarea semnalelor de la pini.

Pentru evitarea acestor probleme, capsulele moderne sunt mai compacte și au formă pătrată. Pentru a satisface cerințele ultimelor microprocesoare, au fost create cel puțin patru modele de capsule.

În prezent, cele mai răspândite sunt capsulele PGA (Pin Grid Array – grilă de pini), de formă pătrată, cu dimensiuni care depind de numărul de pini. Microprocesoarele create recent au capsule pătrate, cu latura de aproximativ cinci centimetri. De obicei, cipurile pe 16 biți au, pe fața de jos, două rânduri paralele de pini pe fiecare latură a capsulei, ajungând la un număr de aproximativ 68 de pini. Microprocesoarele cu magistrale de 32 de biți au între 112 și 168 de pini, aranjați asemănător, dar pe trei rânduri. Cipurile cu magistrale de 64 de biți pot avea până la 321 de pini, aranjați în patru careuri, unul în interiorul celuilalt.

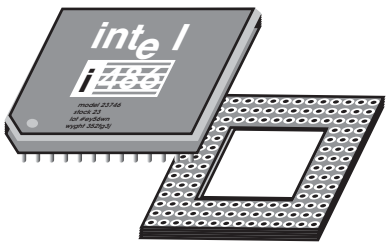


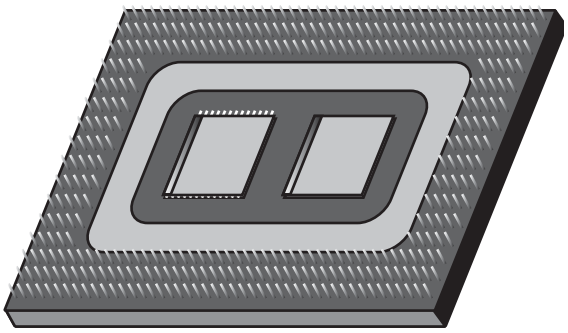

**FIGURA 3.2**
*Soclu PGA (Pin-grid array) cu cip PGA.*

În oricare dintre aceste situații, pinii sunt aranjați ca pe o tablă de șah, la distanțe egale, fiind eliminat blocul central de pini (și uneori blocurile de la colțuri). La fel ca la capsulele DIP, pinul 1 este marcat, pentru a permite orientarea. Manșonul de întărire prin care pinii ies din capsula ceramică este, de multe ori, de formă pătrată pentru pinul 1, și rotunjită pentru ceilalți pini. În plus, colțul capsulei corespunzător pinului 1 este teșit (a se vedea Figura 3.2).

Pentru a cuprinde numărul mai mare de pini folosiți de ultimele cipuri Pentium și Pentium Pro într-un spațiu rezonabil, firma Intel a rearanjat pinii în zig-zag, micșorând distanțele dintre aceștia. Capsula rezultată poartă numele de capsulă SPGA *(Staggered Pin Grid Array – grilă de pini în zig-zag)*.

Orice capsulă PGA sau SPGA are un soclu corespunzător. Unele cipuri se potrivesc în mai multe socluri. De exemplu, un cip fără pin de ghidare poate fi instalat într-un soclu cu pin de ghidare. Soclul folosit pentru microprocesor pe placa de bază determină cipurile de modernizare pe care puteți să le instalați în PC-ul dumneavoastră. Despre aceste probleme vom discuta în secțiunea „Socluri și sloturi“ din acest capitol.

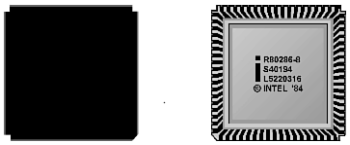
**FIGURA 3.3**
*Capsulă SPGA multi-cavitate.*



Microprocesorul Pentium Pro aduce o nouă modificare capsulei PGA clasice. Modelul format din două părți – circuit CPU și memorie cache separate – folosește o singură capsulă, cu spații separate pentru fiecare cip. Capsula rezultată se numește MCM (*Multi-Cavity Module* – modul Multi-Cavitate). Deși capsula MCM a microprocesorului Pentium Pro folosește pini așezați în rânduri paralele, ca și capsula normală PGA, capsula MCM este dreptunghiulară, iar numărul de rânduri de pini este diferit pe laturi (patru rânduri pe laturile lungi și două rânduri pe laturile scurte). În plus, pe una dintre laturi, în centrul fiecărui pătrat format din patru pini se află un pin suplimentar. Capsula ceramică MCM folosită pentru microprocesorul Pentium Pro asigură încapsularea corespunzătoare a cipului și destul spațiu pentru cei 387 de pini necesari unui microprocesor atât de complex, dar are dezavantajul unui preț mare (în jur de 30$). Figura 3.3 prezintă capsula MCM a unui microprocesor Pentium Pro.

Pinii folosiți de capsulele PGA, SPGA și MCM se pot deteriora și sunt relativ costisitori, așa că producătorii de cipuri au creat capsule fără pini pentru microprocesoare. Dintre aceste modele, soclul LCC (Leadless Chip Carrier – suport fără pini pentru cipuri) a fost primul folosit pe scară largă. În loc de pini, acest tip de capsulă are, pe una dintre suprafețe, pastile de contact. Pastilele de contact sunt placate cu aur, pentru a evita corodarea și oxidarea, care ar împiedica fluxul de semnale electrice minuscule folosite de cip (Figura 3.4). Pastilele fac legătura cu contacte elastice speciale, aflate pe socluri speciale. După instalare, cipul poate fi complet mascat în soclu, sub un radiator, sau poate fi vizibilă numai partea superioară a cipului, încadrată de cele patru laturi ale soclului.

**FIGURA 3.4**
*Microprocesor fără pini (LCC – Leadless Chip Carrier), vedere de sus și de jos.*




Într-un soclu LCC, cipul este fixat de o sârmă metalică pivotantă. Dacă trageți sârma în afara cipului, acesta este ridicat din soclu. Ținut în mână, cipul seamănă cu o mică plăcuță ceramică, a cărei față inferioară este punctată cu pete aurii strălucitoare – pastilele de contact ale cipului.

Capsulele BGA, PGA și LCC sunt de obicei construite din materiale ceramice, deoarece acestea asigură rigiditatea necesară protejării cipului. Pentru a evita prețurile ridicate ale materialelor ceramice, producătorii de cipuri au pus la punct un alt model, care poate fi fabricat din plastic. Numită PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier), această capsulă are și un alt avantaj, în afara costului scăzut: adaptabilitatea. Capsula poate fi lipită direct pe placa cu circuite imprimate, folosind tehnici de lipire pe suprafață. Folosind această

capsulă, producătorul calculatorului poate economisi costul soclului, îmbunătățind în același timp fiabilitatea sistemului. (Rețineți că cele mai puțin fiabile părți ale unui sistem de calcul sunt conexiunile din socluri.)

Cipurile PLCC pot fi folosite și în socluri. În acest caz, soclul înconjoară cipul. Pinii cipului sunt îndoiți în jurul perimetrului și apoi cipul este glisat către contactele corespunzătoare aflate în interiorul perimetrului soclului. Un cip PLCC este destul de ușor de instalat, dar dificil de extras din soclu – trebuie să strecurați un instrument sub cip și apoi să-l ridicați.

**FIGURA 3.5**
*Capsula PQFP (Plastic Quad Flat Package).*

Unele microprocesoare, care degajă o cantitate mică de căldură, folosesc o capsulă proiectată pentru a fi lipită direct pe placa de circuite, PQFP (Plastic Quad Flat Package – capsulă pătrată plată din plastic), numită uneori, mai simplu, „capsulă pătrată plată" („quad flat pack"), deoarece cipul este aplatizat și are patru laturi (a se vedea Figura 3.5).

Producătorii preferă acest tip de capsulă deoarece este mai ieftină, iar cipurile pot fi instalate direct pe placă, la fel ca și celelalte componente moderne montate pe suprafață. Totuși, capsulele aplatizate de acest tip sunt potrivite numai pentru cipurile de putere mică, deoarece conexiunile lipite sunt puse la grea încercare de microprocesoarele care se încălzesc prea mult. Ca și în cazul altor tipuri de capsule, orientarea cipului este indicată printr-o crestătură sau o teșitură în apropierea pinului numărul unu.

**FIGURA 3.6**
*Capsula TCP (Tape Carrier Package).*

Un alt model de capsulă mărește avantajele pe care le oferă capsula plată. Numită *Tape Carrier Package* (capsulă purtătoare de tip bandă), aceasta arată ca o bucată de film fotografic, cu o proeminență pătrată în mijloc. Pe fiecare latură a capsulei ies în afară pini subțiri, placați cu aur. Capsula are latura puțin mai mare de un inci (26 mm) și este mai subțire decât o monedă (1 mm). Este foarte potrivită pentru calculatoarele portabile, pentru care greutatea este o problemă – un microprocesor Pentium într-o capsulă TCP cântărește mai puțin de 1 gram, față de cele 50 de grame ale unei capsule PGA echivalente. Figura 3.6 prezintă o capsulă TCP tipică.

Capsula TCP este formată dintr-un substrat de film poliamidic, laminat pe o folie de cupru. Folia de cupru este apoi gravată pentru a forma două seturi de contacte: un set care va face legătura cu contactele de pe cipul de siliciu al microprocesorului și celălalt pentru legătura cu contactele de placa de bază a PC-ului. După gravare, traseele de cupru sunt placate cu aur, la fel ca și contactele de pe cipul de siliciu. Cipul este fixat pe film și sunt făcute legăturile între contactele de pe cip și traseele de pe film. Cipul este apoi încapsulat într-o rășină de protecție (siloxan poliimidic). Microprocesoarele pot fi încapsulate individual sau la intervale regulate, de-a lungul unei benzi, care este livrată producătorilor de PC-uri sub forma unei bobine. Acest proces de fabricație se numește *atașare automatizată pe bandă* și este folosit pentru o gamă largă de componente electronice, inclusiv pentru cele mai multe tipuri de panouri cu cristale lichide.

Microprocesoarele TCP trebuie instalate cu ajutorul unor instrumente speciale. În timpul asamblării automate a plăcii de circuite, mașina care face asamblarea taie fiecare

microprocesor TCP de pe suportul individual de protecție sau de pe bobina de bandă. Apoi îndoaie pinii, care inițial sunt drepți, întinși de la marginile capsulei, dându-le forma literei Z, care se extinde dedesubtul capsulei, astfel încât să poată face contact cu traseele de pe placa de circuite. O pastă specială aplicată pe placa de circuite atașează, fizic și termic, cipul în zona predefinită de montare (care poate include și un radiator), apoi pinii sunt presați cu o lamelă fierbinte, care îi sudează de contactele de pe placă.

Cele mai noi capsule se bazează pe modelul PGA, dar elimină partea cea mai vulnerabilă și mai scumpă a acestuia, adică tocmai pinii. Pinii sunt înlocuiți cu mici globuri din aliaj de lipit formate cu mare precizie, care corespund contactelor din soclu sau sunt lipite direct pe placa de circuite, folosind tehnologia de montare pe suprafață. Deoarece contactele formate din aliajul de lipit arată inițial ca niște bile, iar capsula se bazează pe o variantă a capsulei PGA, modelul se numește *solder-ball grid array* (grilă de bile de aliaj). Cuvântul „solder" este deseori omis din nume, rezultând acronimul BGA. Procesul de formare a bilelor din aliaj de lipit este atât de precis încât producătorii pot plasa contactele rezultate la distanțe mai mici decât în cazul utilizării pinilor. Ca urmare, capsula SBGA este modelul favorit pentru cele mai recente cipuri cu peste 300 de contacte. Printre primele cipuri care au folosit capsula BGA se numără microprocesorul Cyrix MediaGX. De asemenea, acest tip de capsulă a fost adoptat pentru unele cipuri Celeron.

Ultima inovație a firmei Intel în domeniul încapsulării cipurilor constă în pre-instalarea cipurilor pe module care se montează în socluri, la fel ca plăcile obișnuite de extensie. Ca și în cazul plăcilor de extensie, aceste module au un conector de margine cu un singur rând de contacte. Ca urmare, Intel a numit acest model, lansat o dată cu microprocesorul Pentium II, cartuș SEC (*Single Edge Contact cartridge* – cartuș cu contacte pe o singură margine) – deseori abreviat SECC de cei de la Intel. Acest model modular are câteva avantaje importante. Permite instalarea și modernizarea ușoară a microprocesoarelor, ceea ce înseamnă costuri de asistență mai mici pentru Intel și o piață mai mare pentru cipurile de modernizare. De asemenea, în cartuș poate fi folosit orice tip de capsulă, cum ar fi capsulele ieftine bazate pe suport de bandă (TCP). Deși cartușul SEC adaugă un al doilea set de conexiuni (unul între cip și modul și unul între modul și PC), conectoarele de margine sunt mult mai ieftine decât capsulele cu număr mare de pini, ceea ce reduce costul total de producție. Figura 3.7 prezintă cartușul SEC folosit pentru microprocesorul Pentium II.

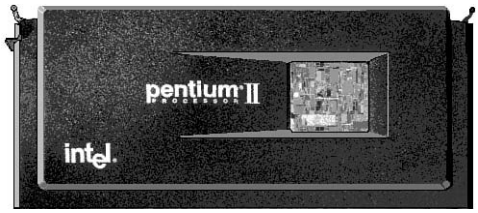



**FIGURA 3.7**
*Cartușul SEC folosit de firma Intel pentru microprocesorul Pentium II.*

Cartușul SEC este format din câteva elemente importante. *Capacul* este carcasa de metal care acoperă partea de sus a întregului ansamblu. Partea din spate a cartușului se numește *placă termală*. Aceasta acționează ca un radiator, deși, pentru cele mai multe microprocesoare, nu oferă o răcire suficient de rapidă. Servește, mai degrabă, ca un canal prin care este transferată căldura de la elementele de circuit ale microprocesorului către exterior, unde poate fi eliminată mai eficient de radiatoare auxiliare sau de un sistem activ de răcire.

În interiorul cartușului SEC se află o placă imprimată de circuite, numită *substrat*, care leagă laolaltă circuitele electronice (numite de Intel *componente interne*) ce formează microprocesorul. Aceste circuite includ *nucleul de procesor* (processor core), care este motorul de execuție al microprocesorului, partea care acționează asupra instrucțiunilor de program; memoria cache de nivel doi (L2), care realizează intermedierea între

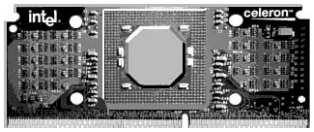
circuitele de mare viteză ale microprocesorului și magistrala de memorie, care are performanțe mai reduse; și *circuitele de terminare a magistralei* (bus termination circuits), care realizează corespondența între componentele interne al microprocesorului și circuitele calculatorului gazdă. În partea de jos a substratului, se extinde un *conector de margine* care realizează legătura electrică între microprocesor și soclul din calculatorul gazdă.

Și microprocesoarele Intel Pentium II Xeon folosesc un cartuș SEC, dar implementarea acestuia diferă substanțial de modelul folosit pentru microprocesoarele Pentium II. Principala diferență o reprezintă noul model de soclu folosit pentru Xeon. Ca rezultat, deși microprocesoarele Pentium II și Xeon folosesc aceeași *tehnologie* de încapsulare, forma fizică a celor două cipuri diferă substanțial – cartușul folosit de Xeon este de două ori mai înalt și la fel de lung, având lungimea de 6 inci, înălțimea de 4,84 inci și grosimea de aproximativ 0,75 inci. Cele două cartușe nu sunt interschimbabile. Figura 3.8 prezintă implementarea cartușului SEC pentru microprocesorul Xeon.

**FIGURA 3.8**
*Cartușul SEC folosit pentru microprocesorul Pentium II Xeon.*

Înrudită cu cartușul SEC este capsula SEP (Single-Edge Processor). De fapt, capsula SEP este un cartuș SEC fără carcasă. Această modificare scade prețul ansamblului. Ca urmare, este de înțeles că prima (și, până acum, singura) utilizare a fost pentru seria de microprocesoare cu preț scăzut Celeron produse de Intel. Rețineți că lipsa carcasei nu este singura diferență între seriile de microprocesoare Celeron și Pentium II; implementarea memoriei cache pentru cele două cipuri este substanțial diferită. Pentru Pentium II, memoria cache este un element de circuit extern față de procesorul principal, în timp ce microprocesoarele Celeron mai noi integrează o memorie cache mai mică în procesor. (Primele microprocesoare Celeron nu aveau memorie cache.) În ciuda acestor diferențe, cartușele SEP și SEC au aceeași configurație de pini. Figura 3.9 prezintă capsula SEP folosită pentru microprocesorul Celeron.

**FIGURA 3.9**
*Capsula SEP folosită pentru microprocesorul Intel Celeron.*




Capsula folosită pentru cip nu are nici un efect asupra performanțelor acestuia. Totuși, poate fi importantă atunci când vreți să înlocuiți sau să modernizați microprocesorul cu un nou cip sau cu o placă de modernizare. Multe dintre produsele destinate îmbunătățirii sistemelor existente vă cer să înlocuiți microprocesorul cu un nou cip sau să folosiți un cablu de adaptare care face legătura cu o placă de circuite. Dacă vreți să cumpărați un produs care se potrivește cu placa de bază pe care o aveți, trebuie să specificați tipul de capsulă folosit pentru microprocesorul PC-ului dumneavoastră.

## Localizare

În mod obișnuit, nu este nevoie să vedeți sau să atingeți microprocesorul din calculator. Atât timp cât calculatorul funcționează (și, ținând seama de fiabilitatea demonstrată de cele mai multe produse, ar trebui ca acest timp să fie foarte, foarte mare), nu trebuie să vă faceți griji în privința microprocesorului decât, eventual, ca să știți că acesta se află undeva în calculator și că își face treaba. Totuși, pentru îmbunătățirea unor sisteme

moderne trebuie să instalați un nou microprocesor în sistem sau chiar să îl înlocuiți pe cel existent.

Înainte de a putea să înlocuiți microprocesorul, trebuie să îl identificați. Foarte simplu. Ca regulă generală, trebuie să căutați cel mai mare circuit integrat de pe placa de bază. Aproape întotdeauna acesta este microprocesorul. Este logic, deoarece microprocesorul este cel mai important cip din calculator. În PC-urile moderne, microprocesorul folosește capsule mari, de formă pătrată.

Dacă pe placă găsiți mai multe capsule mari, este probabil ca una dintre acestea să fie microprocesorul. Celelalte pot fi la fel de mari, deoarece execută funcții complicate și trebuie să aibă multe conexiuni cu placa de bază, ceea ce înseamnă că au nevoie de capsule relativ mari, pe care să încapă un număr mare de pini.

Aproape întotdeauna, microprocesorul este instalat într-un soclu (care poate fi vizibil sau nu); cele mai multe circuite de suport sunt lipite direct pe placa de bază. Uneori, microprocesorul este ascuns sub un radiator, pe care îl puteți identifica după aripioarele care facilitează disiparea căldurii.

Aspectul fiecărui microprocesor depinde de capsula folosită, dar toate pot fi identificate după numărul de model imprimat în partea de sus. Ca să identificați semnătura cipului trebuie să căutați printre mai multe șiruri de numere, dar, pentru cele mai multe modele de cipuri, identificarea este clară.

## Socluri și sloturi

În mod obișnuit, nu aveți nici o treabă cu soclul microprocesorului – decât dacă sunteți curios și vreți să scoateți cipul, să îl țineți în mână și să vedeți cum o descărcare electrostatică transformă un cip de 300$ în nisip încapsulat în plastic epoxidic. Dacă vreți să vă modernizați PC-ul cu un microprocesor mai nou și mai bun, veți avea de-a face cu detaliile tehnice ale soclurilor, mai ales dacă aveți un microprocesor Pentium.

Intel recunoaște nouă modele de socluri pentru microprocesoarele de la 486 la Pentium Pro. În 1999, Intel a adăugat un nou soclu pentru unele versiuni ale microprocesorului Pentium II Celeron. Alte cipuri Pentium II sau Pentium III, încapsulate sub formă de module sau cartușe, sunt instalate în sloturi, nu în socluri. Tabelul 3.2 prezintă tipurile de socluri, cipurile care le folosesc și modelele cu care pot fi modernizate.

**Tabelul 3.2**. Socluri și sloturi pentru microprocesoarele Intel și cipurile de modernizare

| *Numărul soclului sau al slotului* | *Pini* | *Dispunere* | *Tensiune de operare* | *Microprocesor* | *OverDrives* |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | ***Socluri*** | | |
| 0 | 168 | În linie | 5V | 486DX | DX2, DX4 |
| 1 | 169 | În linie | 5V | 486DX, 486SX | DX2, DX4 |
| 2 | 238 | În linie | 5V | 486DX, 486SX, DX2 | DX2, DX4, Pentium |
| 3 | 237 | În linie | 3V sau 5V | 486DX, 486SX, DX2, DX4 | DX2, DX4, Pentium |
| 4 | 273 | În linie | 5V | Pentium la 60 sau 66 MHz | Pentium |

*continuare*

**Tabelul 3.2**. Continuare

| *Numărul soclului sau al slotului* | *Pini* | *Dispunere* | *Tensiune de operare* | *Microprocesor* | *OverDrives* |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 320 | În zigzag | 3V | Alte microprocesoare Pentium | Pentium |
| 6 | 235 | În linie | 3V | DX4 | Pentium |
| 7 | 321 | În zigzag | 3V | Alte microprocesoare Pentium | Pentium |
| 8 | 387 | În zigzag | 3V | Pentium Pro | Pentium Pro |
| | | | ***Sloturi*** | | |
| 1 | 242 | În linie | 3V | Pentium II, Celeron | |
| 2 | 330 | În linie | 3V | Xeon | |
| A (EV6) | NA | În linie | 3V | AMD K7 | |
| M | NA | În linie | 3V | Merced | |
| SC242 | 242 | În linie | 3V | Pentium III, Celeron | |

**Soclul 0**. Primele PC-uri echipate cu microprocesoare 486 foloseau socluri PGA standard, cu 168 de pini aranjați în trei careuri concentrice. Deși Intel nu a atribuit un nume oficial acestui soclu, îl vom numi *Soclul 0*, pentru consecvență.

**Soclul 1**. În planurile originale ale firmei Intel, *Soclul 1* este soclul oficial pentru modernizarea cipurilor 486, fiind diferențiat prin adăugarea unui orificiu pentru un pin suplimentar (ajungându-se astfel la 169). Inițial, acesta a fost proiectat exclusiv pentru cipuri de modernizare – procesoare matematice pentru îmbunătățirea PC-urilor echipate cu cipuri 486SX și cipuri OverDrive. Pinul suplimentar împiedica utilizatorii neavizați să instaleze cipul de modernizare în alt soclu. Intel a renunțat la propria strategie atunci când, încercând să lărgească piața cipurilor de modernizare, a dezvoltat cipuri fără pinul suplimentar, care puteau fi instalate în soclurile de tip 0. Figura 3.10 prezintă Soclul 1.

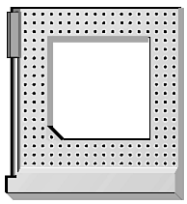


**FIGURA 3.10**
*Soclul 1 cu 169 de pini, destinat modernizării cipurilor 486.*

**Soclul 2**. Pentru a facilita tranziția la tehnologia Pentium, Intel a dezvoltat Soclul 2 ca soclu de modernizare pentru PC-urile echipate cu microprocesoare 486. Soclul 2 este un superset al soclului 1. Cei 169 de pini din interior (dintr-un total de 238) corespund Soclului 1 standard, așa că un microprocesor 486 se instalează în centrul soclului, lăsând libere găurile de pe rândul exterior. Exact la fel sunt instalate și microprocesoarele 486 OverDrive. Rândul exterior de găuri pentru pini este folosit pentru modernizarea cu un microprocesor Pentium OverDrive (P24T), care are o magistrală mai lată.

**Soclul 3**. Atunci când Intel a dezvoltat microprocesoare cu operare la tensiune mai scăzută, a creat și un nou soclu, astfel încât cipurile care au nevoie de tensiune mică să nu fie instalate în mod accidental în socluri care furnizează numai tensiuni mai mari (și, ca urmare, destructive). *Soclul 3* are aceeași formă ca și Soclul 2, dar rearanjează pinii cheie, omițând un pin (păstrând numai 237 de pini). Reorganizarea pinilor împiedică instalarea în mod accidental (și cu consecințe fatale) a unui microprocesor la 3V într-un

PC care folosește 5V. Soclul permite instalarea tuturor microprocesoarelor de modernizare care pot fi instalate și în Soclul 2, plus cipurile care funcționează la 3 volți.

**Soclul 4**. Intel a introdus *Soclul 4* pentru instalarea primei versiuni a microprocesorului Pentium, cu numele de cod P5, care avea nevoie de o interfață cu mai mulți pini. Nici un alt microprocesor original produs de Intel nu folosește acest soclu cu 237 de pini, deși Intel a proiectat cipuri Pentium OverDrive care pot fi instalate în Soclul 4.

**Soclul 5**. A doua generație de microprocesoare Pentium, care operează la viteze de 75 MHz și mai mari, folosește un tip complet nou de soclu, *Soclul 5*, bazat pe tehnologia SPGA (Staggered Pin Grid Array). Spre deosebire de soclurile anterioare, ale căror găuri sunt aranjate într-o matrice pătrată, în modelul în zigzag găurile sunt mai apropiate, rândurile altenative fiind deplasate cu jumătate de spațiu. În plus, Soclul 5 introduce modelul ZIF (zero insertion force – forță de inserare zero), astfel încât cipul nu întâmpină nici o rezistență la instalare și este blocat în soclu de o pârghie laterală. Soclul 5 folosește 320 de pini.

**Soclul 6**. Deoarece cipul 486DX4 are alte cerințe de alimentare față de modelele anterioare, Intel a creat un soclu special pentru acest cip. Organizarea găurilor din soclu corespunde cu configurația pinilor cipului, ceea ce împiedică folosirea cipului în PC-urile mai vechi. Rezultatul, numit *Soclul 6*, respectă același model de bază ca și Soclul 3, dar folosește numai 235 de pini.

**FIGURA 3.11**
*Soclul 7 pentru microprocesoare Pentium și cipuri înrudite.*

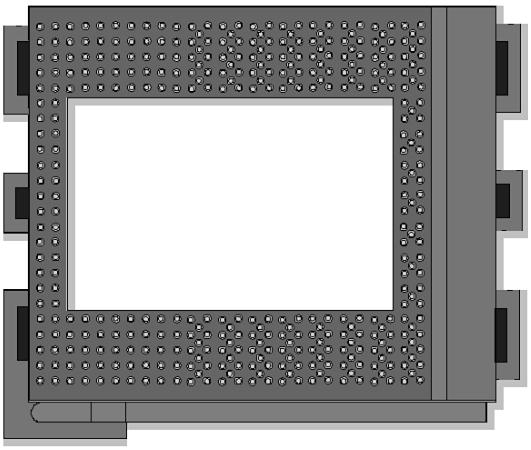
**Soclul 7**. Ultimul dintre soclurile Intel pentru microprocesoarele Pentium, *Soclul 7*, adaugă un nou pin cheie la aranjamentul în zigzag al grilei de pini folosite de Soclul 5. Soclul 7 este soclul preferat de compania Intel pentru toate sistemele noi echipate cu microprocesoare Pentium și a devenit opțiunea preferată și pentru cipurile de nivel Pentium ale producătorilor de microprocesoare compatibile. Soclul 7 acceptă cele mai multe opțiuni de modernizare OverDrive, deși există cipuri OverDrive care pot fi instalate atât în socluri de tip 5, cât și în socluri de tip 7. Figura 3.11 prezintă Soclul 7.

**Soclul 8**. Cipul Pentium Pro, mai mare, are nevoie de un soclu complet nou. Modelul, cunoscut acum ca *Soclul 8*, corespunde ca formă cu cipul – un dreptunghi alungit – cu două matrici distincte de pini, unii aranjați în linie și ceilalți în zigzag. Soclul 8 este cel mai mare soclu pentru pini aflat în uz, având 387 de pini. Figura 3.12 prezintă Soclul 8.

**Super 7**. Deși Intel a abandonat, în mare parte, toate aceste socluri pentru noile modele de microprocesoare, producătorii de cipuri compatibile continuă să folosească și să dezvolte Soclul 7. În ultima formă, numită *Super 7*, semnalele sunt, în esență, aceleași ca și pentru Soclul 7, dar este permisă o viteză mai mare, de 100 MHz, pentru interfața de magistrală. Această soluție simplă oferă modelului mai vechi aceeași performanță

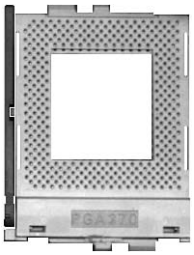
potențială ca și a noilor modele Intel, deși soclul nu are toate caracteristicile avansate de suport ale noilor modele Intel.

**FIGURA 3.12**
*Soclul 8 pentru microprocesoare Pentium Pro.*



**Soclul PGA370**. Atunci când a lansat noile cipuri Celeron cu viteză mai mare (366 și 400 MHz), firma Intel a optat pentru o soluție mai ieftină de încapsulare decât cea folosită pentru cipurile anterioare, adoptând un soclu asemănător cu Soclul 7, dar cu două diferențe importante: număr mai mare de pini și tip diferit de semnale. Noul soclu are 370 de pini, aranjați într-o grilă în zigzag, așa că modelul a fost numit Soclu PGA370 (de la Pin Grid Array). În plus, folosește sistemul de semnale GTL+, lansat o dată cu microprocesorul Pentium II, care face conexiunile mai puțin expuse la zgomote. Figura 3.13 prezintă soclul PGA370.

**FIGURA 3.13**
*Soclul PGA370 folosit pentru unele versiuni ale microprocesorului Celeron.*




În momentul scrierii acestei cărți, Cyrix declara că următoarea generație de microprocesoare este proiectată în vederea folosirii soclului PGA370, renunțându-se la modelul Super 7. Compania citează superioritatea soclului cu 370 de pini pentru cipurile cu memorie cache secundară integrată, model pe care Cyrix, probabil, îl va adopta. Datorită acordurilor de licențiere dintre Intel și National Semiconductor, firma părinte a companiei Cyrix, aceasta poate să folosească modelul PGA370 pentru produsele proprii.

Trecerea de la socluri la sloturi, începând cu cipurile Pentium II, s-a făcut din două motive. Noile serii de microprocesoare s-au dovedit mult mai mari și mai complexe, având nevoie de capsule mai mari și oferind baza fizică pentru un tip de conector nou (și mai ieftin). În plus, folosirea unui nou conector oferă firmei Intel, proprietara modelului, o nouă armă în competiția cu alți producători de cipuri. Intel a protejat prin brevete noile modele de sloturi, obligând firma Advanced Micro Devices să caute în altă parte sloturi pentru procesoarele din noua generație.

Noile sloturi au conectoare de margine formate din două secțiuni, la fel ca și conectoarele folosite pentru plăcile cu circuite imprimate instalate în sloturile de extensie. În loc de pini, conectorul tată (dinspre microprocesor) folosește contacte gravate pe substratul plăcii de circuite, la fel ca plăcile ISA sau PCI. Totuși, din cauza numărului mare de conexiuni necesare și a spațiului limitat, contactele de pe conectorul slotului sunt intercalate, fiind cu aproximativ 50% mai apropiate.

Primul dintre acestea a fost *Slotul 1*, folosit pentru microprocesorul Pentium II, precum și pentru cipurile similare Celeron și Pentium III. O dată cu lansarea cipului Pentium III, Intel a redenumit slotul 1 SC242.

Deoarece microprocesorul Pentium II Xeon are cerințe diferite de interconectare, din cauza noii memorii cache și a suportului pentru procesoare multiple, Intel a creat un al doilea tip de slot, *Slotul 2*, cu 330 de contacte.

Deși funcționează la fel ca și conectoarele de margine, sloturile Intel sunt mai delicate decât plăcile de extensie. Specificațiile prevăd numai 50 de cicluri de instalare/dezinstalare. Nu este garantată funcționarea circuitelor electronice ale microprocesorului după schimbarea la cald. Cu alte cuvinte, întotdeauna ar trebui să opriți alimentarea PC-ului înainte de scoaterea sau inserarea unui cartuș de microprocesor într-un slot de tip Intel.

Deși producătorii de cipuri compatibile nu au trecut la sloturile 1 și 2, rămânând la Soclul 7, limitele acestui soclu restricționează sever proiectarea noilor microprocesoare. Pentru următoarea generație de microprocesoare, seria K7, firma AMD a optat pentru folosirea unui slot de microprocesor. Din diferite motive, inclusiv patentele asupra modelelor Intel, AMD a optat pentru folosirea unui alt model, pe care firma Digital Equipment (DEC, acum parte a firmei Compaq) l-a proiectat pentru seria de microprocesoare Alpha, numit *Alpha EV6 bus*. Deși este folosit în comun de cele două companii, modelul rămâne privat și brevetat, fiind controlat de Compaq.

## Istoric

Istoria microprocesoarelor poate fi rezumată prin citarea Legii lui Moore, un fragment de doctrină propus de Gordon Moore, care a fost pentru mult timp director al corporației Intel: puterea microprocesoarelor se dublează la fiecare 18 luni. Într-adevăr, încă de la apariția conceptului de microprocesor, puterea de prelucrare a crescut continuu, cu o rată aproximativ egală cu cea susținută de Moore; în cei 18 ani de istorie a calculatorului personal, conform prezicerii lui Moore, puterea ar fi trebuit să crească de 4.096 de ori, o oglindire rezonabilă a diferenței dintre microprocesorul 8088 al PC-ului original și un Pentium III. (După calculele mele, Moore a fost mai optimist cu numai 10 procente.)

Totuși, istoria microprocesoarelor nu este atât de simplă. Obținerea creșterii spectaculoase a puterii de prelucrare a fost rezultatul unui cumul de factori, incluzând inovații în proiectare, mari progrese tehnice și presiunea constantă a concurenței.

Inovațiile de proiectare au început cu elementele de bază. La fiecare nouă generație de microprocesoare, producătorii au crescut numărul și dimensiunea regiștrilor, lărgind corespunzător magistralele de date și de adrese. Atunci când această strategie nu a mai dat rezultate, au trecut la modele superscalare cu canale de prelucrare multiple. Inevitabil, fiecare nou microprocesor a fost mai complex decât modelul anterior, numărul tranzistoarelor crescând de la mii la milioane, de la 2.300 în primul microprocesor la 7.500.000 în modelele actuale.

Datorită îmbunătățirilor în tehnologia de fabricare a semiconductoarelor, complexitatea crescută a microprocesoarelor actuale a devenit practică și accesibilă. În cele trei decenii de la apariția primului microprocesor, dimensiunile lineare ale circuitelor semiconductoare au scăzut la o cincime din dimensiunea originală, de la regulile de proiectare de 10 microni, la 0,18 microni – ceea ce înseamnă că proiectanții pot îngrămădi 2.500 de tranzistoare acolo unde inițial nu încăpea decât unul. Reducerea dimensiunilor facilitează și creșterea vitezei. Microprocesoarele actuale rulează de aproape 5.000 de ori mai repede decât primul

microprocesor ieșit din fabricile Intel – 500 MHz în comparație cu cei 108 KHz ai primului cip.

Concurența a impus cursa pentru viteză. Producătorii de cipuri se luptă ca produsele proprii să fie cele mai cerute pe piață, oferind puterea de prelucrare maximă – sau puterea maximă pentru un preț dat. A rămâne în frunte – sau, cel puțin, a ține pasul – înseamnă o continuă inovare.

Scopul concurenței s-a schimbat în cele trei decenii de evoluție a microprocesoarelor. La început, producătorii de cipuri au luptat să dovedească superioritatea propriilor arhitecturi. Pe măsură ce PC-urile s-au impus pe piață, concurența s-a deplasat către rivalitatea între produse aproape identice și interschimbabile. O dată cu apariția microprocesorului Pentium și după ce Intel a abandonat politica de licențiere a altor producători de cipuri, competiția a revenit în domeniul rivalităților arhitecturale.

De dragul conciziei și al silviculturii, această carte prezintă primele microprocesoare doar din perspectivă istorică și discută în detaliu numai cipurile actuale.

## Concurența industrială

Datorită succesului pe care îl au calculatoarele personale, Intel este acum cel mai mare producător de microprocesoare și cel mai mare producător independent de circuite semiconductoare din lume. În funcție de punctul dumneavoastră de vedere, puteți considera că dominația firmei Intel se datorează muncii îndârjite, planificării abile, absorbirii altor firme sau coincidențelor cosmice. Dar originea succesului nu poate fi negată. Meritul pentru inventarea microprocesorului revine firmei Intel.

Pentru proiectarea fiecărui circuit integrat sunt necesari ani de cercetare și de dezvoltare, iar microprocesoarele sunt unele dintre cele mai complicate (și mai scumpe, din punct de vedere al proiectării) circuite integrate. Dar o mare parte din munca de proiectare și de dezvoltare poate fi ocolită prin simpla copiere a eforturilor altcuiva, prin reproducerea tehnologiei[1], deducând proiectul pornind de la produsul final. Firmele de renume pornesc de la specificațiile cipului și de la setul de instrucțiuni al acestuia și proiectează, pornind de la zero, un cip care emulează funcțiile cipului original. Producătorii care nu țin la reputație nu fac decât să radiografieze un cip, pentru a determina organizarea fiecărui strat de siliciu. Pentru a împiedica alte companii să le copieze modelele de cipuri, mulți producători refuză să dea amănunte despre funcționarea internă a produselor proprii. Mai mult, folosesc brevete, drepturi de autor și politici de asigurare a confidențialității pentru a preveni copierile neautorizate.

Pe de altă parte, atunci când un model nu și-a dovedit încă posibilitățile, iar compania care îl produce luptă pentru cucerirea pieței, aceasta acordă, uneori, altor producători permisiunea de a folosi măștile proiectate pentru gravarea circuitelor pe cipul de siliciu, asigurând astfel o sursă secundară pentru același produs. În urma acestei licențieri, producătorul original primește anumite drepturi și, adeseori, obține o mai bună acceptare a cipului pe piață, deoarece cumpărătorii de cipuri privesc cu suspiciune orice produs pentru care nu există decât o sursă. Sursele secundare contribuie la eliminarea unor probleme legate de producție și pot uneori să conducă la reducerea prețurilor, prin competiție.

---

1 În engleză, *reverse-engineering*, o tehnică prin care se încearcă refacerea procesului tehnologic prin analiza produsului final. Este folosită atât pentru componente hardware, analizând, de exemplu, structura fizică a unui cip ROM în vederea determinării instrucțiunilor conținute, cât și pentru produse software, prin decompilarea codului obiect în vederea obținerii codului sursă. (n. trad.)

Înainte ca succesul de piață al calculatoarelor personale să fie sigur, Intel a vândut licența modelelor sale și altor producători. Familiile 8086 și 80286 au fost produse și de surse secundare. Totuși, începând cu seria 80386, Intel a refuzat să mai licențieze alți producători de cipuri, cu excepția companiei IBM. Începând cu modelele din generația a cincea, Intel nu a mai licențiat nici compania IBM (care, în momentul respectiv, devenise un competitor puternic, cu cipurile PowerPC, dezvoltate în colaborare cu Motorola).

Succesul microprocesoarelor Intel a atras un număr mare de companii, care fac tot posibilul să imite modelele Intel – la limita prevederilor legale. În prezent, trei mari companii (AMD, Cyrix și IDT) oferă clone ale produselor din a cincea și a șasea generație. Și alți producători lucrează la modele proprii.

Licențiate sau clonate, un număr de cipuri compatibile Intel, din diferite generații, au găsit modalități de a ajunge pe piață. Tabelul 3.3 rezumă principalele caracteristici ale unora dintre primele microprocesoare compatibile Intel. Produsele curente sunt prezentate ulterior.

**Tabelul 3.3** Microprocesoare moderne compatibile Intel – apărute până la lansarea microprocesorului Pentium

| *Cip* | *Producător* | *Lățimea magistralei de date* | *Lățimea magistralei de adrese* | *Ceas intern* | *Memorie cache internă* | *Unitate în virgulă mobilă internă* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 386SX | Intel | 16 | 24 | 1x | Nu | Nu |
| | AMD | 16 | 24 | 1x | Nu | Nu |
| 38600SX | C&T | 16 | 24 | 1x | Nu | Nu |
| 386SLC | IBM | 16 | 24 | 1x | 8 KB | Nu |
| 38605SX | C&T | 16 | 24 | 1x | 0,5 KB | Nu |
| 386DX | Intel | 32 | 32 | 1x | Nu | Nu |
| | AMD | 32 | 32 | 1x | Nu | Nu |
| 38600DX | C&T | 32 | 32 | 1x | Nu | Nu |
| 38605DX | C&T | 32 | 32 | 1x | 0,5 KB | Nu |
| 486SL | Intel | 32 | 32 | 1x | 8 KB | Da |
| 486SLC | Cyrix | 16 | 24 | 1x | 1 KB | Nu |
| 486SLC/E | TI | 16 | 24 | 1x | 1 KB | Nu |
| 486SLC2 | IBM | 32 | 32 | 2x | 16 KB | Nu |
| 486SX | Intel | 32 | 32 | 1x | 8 KB | Nu |
| | AMD | 32 | 32 | 1x | 8 KB | Nu |
| 486SXLV | AMD | 32 | 32 | 1x | 8 KB | Nu |
| 486SX2 | Intel | 32 | 32 | 2x | 8 KB | Nu |
| 486DLC | Cyrix | 32 | 32 | 1x | 1 KB | Nu |
| 486DLC/E | TI | 32 | 32 | 1x | 1 KB | Nu |
| 486DX | Intel | 32 | 32 | 1x | 8 KB | Da |
| | AMD | 32 | 32 | 1x | 8 KB | Da |

*continuare*

**Tabelul 3.3** Continuare

| *Cip* | *Producător* | *Lățimea magistralei de date* | *Lățimea magistralei de adrese* | *Ceas intern* | *Memorie cache internă* | *Unitate în virgulă mobilă internă* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 486DXLV | AMD | 32 | 32 | 1x | 8 KB | Da |
| 486DX2 | Intel | 32 | 32 | 2x | 8 KB | Da |
| 486DX4 | Intel | 32 | 32 | 3x | 16 KB | Da |
| 486BL | IBM | 32 | 32 | 3x | 16 KB | Nu |
| 5x86 | Cyrix/ IBM | 32 | 32 | 3x | 16 KB | Da |
| 5X86 | AMD | 32 | 32 | 4x | 16 KB | Da |

Proiectarea și fabricarea microprocesoarelor este o afacere costisitoare. Numai câteva companii au optat pentru dezvoltarea microprocesoarelor compatibile cu produsele Intel. Deși câteva au supraviețuit, nici una dintre ele nu s-a apropiat de succesul companiei Intel. Printre concurenții cei mai importanți ai companiei Intel se numără următorii:

## Advanced Micro Devices

Compania AMD a fost fondată în 1969 și a intrat pe piața microprocesoarelor în 1975, lansând o versiune creată prin reproducerea cipului 8080. Deși produsul respectiv a pus firmele Intel și AMD în competiție directă, cele două companii au stabilit în 1977 un acord de licențiere reciprocă, astfel încât fiecare să poată profita de modelele celeilalte, asigurând ambelor firme mai multe șanse de succes pe piața microprocesoarelor, încă destul de nesigură. Cele două companii au devenit și mai apropiate atunci când IBM a cerut să existe o a doua sursă pentru microprocesoarele Intel 8088, înainte de a folosi aceste cipuri pentru primul PC. Compania IBM nu era sigură că Intel va rămâne pe piață și nu dorea să construiască un produs pentru care exista posibilitatea să nu aibă un furnizor de cipuri. Ca urmare, Intel a licențiat firma AMD ca a doua sursă pentru microprocesoarele 8088. În mare parte tot din dorința de a da cumpărătorilor de microprocesoare un sentiment mai puternic de securitate, Intel a acordat firmei AMD și dreptul de a produce cipurile 286.

Totuși, în momentul lansării cipului 386, firma Intel avea deja un loc asigurat în industria semiconductoarelor și s-a gândit că poate monopoliza producerea microprocesoarelor 386. Ca urmare, nu a acordat niciodată direct firmei AMD dreptul de a produce microprocesorul 386.

Cu toate acestea, AMD a dezvoltat o versiune proprie a cipului 386, folosind un model hardware propriu și microcodul Intel. Circuitele cipurilor AMD sunt ceva mai eficiente și folosesc mai puțină energie decât cipurile Intel. Imediat, Intel a dat în judecată firma AMD. Conform celor de la AMD, contractele dintre cele două companii permit firmei AMD să folosească modelele și patentele Intel până în 1995, un drept pentru care AMD a plătit aproximativ 350.000$ (cam 35% din profiturile firmei din anul în care a fost semnat acordul). În timpul disputei, Intel a susținut că acordul permitea firmei AMD numai să copieze microcodul Intel, nu să îl și distribuie. (De asemenea, Intel a cerut ca eticheta „386“ să fie considerată marcă înregistrată, dar la data de 1 martie 1991 numerele au fost stabilite ca fiind generice, ceea ce a permis firmei AMD și altor companii să numească cipurile copiate tot 386.) În sfârșit, la 24 februarie 1992, o comisie de arbitraj a dat firmei AMD dreptul de a folosi microcodul Intel, fără să plătească alte sume, dar AMD nu a

mai obținut alte drepturi asupra tehnologiei Intel. Reluarea recentă a problemei a înclinat și mai mult balanța în favoarea firmei Intel.

## Chips and Technologies

Firma Chips and Technologies, cunoscută cel mai bine pentru proiectarea seturilor de cipuri folosite de plăcile de bază pentru PC-uri, a încercat să-și extindă gama de produse, intrând pe piața microprocesoarelor în 1991, cu cipul F8680. La puțin timp, a lansat pe piață un linie de procesoare din a treia generație, cu proiectare proprie. Nici unul dintre aceste produse nu a avut succes, așa că firma C&T a renunțat la producția de microprocesoare în 1992. A continuat să dezvolte seturi de cipuri pentru plăcile de bază până în 1997, când firma a fost absorbită de Intel Corporation, fiind integrată sub forma unui departament pentru componente de grafică (GCD – Graphics Component Division).

## Cyrix Corporation

Cyrix Corporation a fost fondată cu intenția de a dezvolta cipuri compatibile cu produsele Intel. A intrat pe piață cu câteva serii de coprocesoare matematice compatibile cu microprocesoarele Intel din a treia generație. După ce Intel a trecut la producerea unităților în virgulă mobilă integrate, Cyrix a început să proiecteze microprocesoare compatibile Intel folosind o logică de nucleu proprie.

Cyrix a fost o organizație de proiectare și marketing. Nu a avut propriile linii de fabricație, ci a încheiat contracte cu alte firme – în special IBM și Texas Instruments – pentru fabricarea cipurilor conform specificațiilor proprii. În noiembrie 1997, compania a fost cumpărată integral de National Semiconductors, devenind o filială a acesteia.

## IBM

Istoria corporației a început pe 15 iunie 1911, când compania a fost încorporată în Computing-Tabulating-Recording Company, prin fuzionarea firmei Tabulating Machine Company cu Computing Scale Company of America și International Time Recording Company. Rădăcinile companiei se întind până în 1890, când imigrantul german Herman Hollerith a câștigat o licitație pentru un contract al Departamentului de Recensământ (Census Departament) pentru înregistrarea datelor de recensământ folosind cartele perforate și un senzor electric, ceea ce a condus la înființarea firmei Tabulating Machine Company, în 1896. În 1914, după fuziune, compania l-a angajat ca director general pe Thomas J. Watson, care a devenit președinte după un an.

În 1924, numele companiei a fost schimbat în International Business Machines. A intrat pe piața calculatoarelor în 1952, cu o mașină numită „Defense Calculator". Denumită ulterior 701, mașina produsă s-a dovedit capabilă să efectueze 2.200 de multiplicări pe secundă. Din acest moment, compania a pornit pe drumul care o va transforma în cel mai mare producător de calculatoare din lume. De-a lungul drumului, a dezvoltat propriile microprocesoare pentru unele dintre mașinile pe care le-a vândut. În august 1981, atunci când a lansat pe piață mașina numită Personal Computer, pe care se bazează industria calculatoarelor personale de astăzi, a optat pentru folosirea microprocesoarelor Intel. În continuare, a produs microprocesoare compatibile Intel, sub licență Intel sau cu proiectare proprie. În plus, a colaborat la dezvoltarea liniei de procesoare PowerPC, folosite de calculatoarele Apple Power Macintosh. Pentru un timp, IBM a produs microprocesoare pentru firma Cyrix și a vândut sub numele IBM o serie de cipuri proiectate de Cyrix.

### IDT/Centaur

Compania Centaur Technology Inc. a fost fondată în 1995 de un angajat al companiei IBM, Glenn Henry, în Austin, Texas, și a lansat primul microprocesor compatibil Intel, WinChip C6, în mai 1997. Centaur este acum o filială independentă a companiei Integrated Device Technology (IDT) din Santa Clara, care proiectează și produce o varietate de produse semiconductoare, inclusiv cipuri de memorie și microprocesoare. Mai multe informații despre ambele companii puteți găsi la adresele `www.idt.com` și `www.winchip.com`.

### Texas Instruments

Texas Instruments și-a început afacerile în anii '30, sub numele Geophysical Service, Inc., furnizând date geologice prospectorilor texani care căutau petrol. Data oficială de înregistrare este 23 decembrie 1938. În 1939, firma și-a schimbat numele în Coronado Corporation, GSI devenind un departament al companiei părinte. În 1941, firma Coronado a vândut departamentul GSI unui grup de angajați, iar noua companie a început să producă echipamente electronice în timpul celui de-al doilea război mondial. În 1951, compania și-a schimbat din nou numele, în Texas Instruments, GSI devenind din nou o filială.

Texas Instruments a fost prima companie care a produs în scopuri comerciale tranzistoare pe bază de siliciu, iar în 1958, unul dintre inginerii companiei, Jack Kilby, a fost recunoscut drept co-inventator al circuitului integrat. TI a dezvoltat o linie proprie de microprocesoare și mici calculatoare bine apreciate, considerate de mulți ca fiind mai puternice decât cele produse în momentul respectiv de Intel. Din nefericire, calculatoarele TI nu au fost acceptate de IBM pentru producerea modelului IBM PC. Timp de câțiva ani, Texas Instruments a vândut sub nume propriu cipuri derivate din modelele Cyrix. De asemenea, Texas Instruments a fabricat sub contract cipuri pentru Cyrix.

TI rămâne un important producător de dispozitive semiconductoare și dezvoltator de tehnologii.

## Generații de microprocesoare

Mulți autori împart microprocesoarele și tehnologiile acestora în generații, demarcate, în linii mari, de numerele de model ale cipurilor. Potrivit părerii generale, generația curentă este cea de-a șasea, deși există oameni și organizații care întrevăd o nouă generație printre microprocesoarele moderne.

În primul deceniu de dezvoltare a calculatoarelor personale, generațiile microprocesoarelor erau foarte importante. Generația unui cip determina ce produse software puteau fi rulate; un cip mai vechi nu putea să execute programele mai noi. De la apariția celei de-a treia generații de microprocesoare Intel, caracteristicile de bază cerute de produsele software actuale au rămas aceleași, cel puțin ca urmare a presiunilor din industria calculatoarelor, dacă nu și din alte motive.

În prezent, viteza este cea care determină dacă un anumit cip poate sau nu să ruleze un program sau un sistem de operare. Deși, teoretic, chiar și primele procesoare Intel din a treia generație pot să ruleze Windows 2000, probabil nu doriți să dovediți această afirmație. Performanțele sunt atât de mici, încât ați putea să așteptați o zi întreagă numai pentru încărcarea sistemului de operare.

Diferența de generație dintre procesoare determină în prezent modul în care cipurile ating niveluri de performanță din ce în ce mai mari. Fiecare nouă generație a introdus cel puțin o tehnologie sau un concept care au ridicat nivelul de performanță, de obicei cu 50 sau 100 de procente față de procesoarele din generația anterioară, la aceeași frecvență de ceas. Tabelul 3.4 prezintă caracteristicile distinctive ale diferitelor generații de microprocesoare Intel.

**Tabelul 3.4** Linia de dezvoltare în timp a microprocesoarelor Intel

| *Cip* | *Data lansării* | *MIPS (estimativ)* | *Lățimea magistralei interne* | *Lățimea magistralei externe* | *Tranzistoare* | *Reguli de proiectare* | *Memorie* | *Ceas extern* | *Ceas intern* | *FPU internă?* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4004 | 15-Nov-71 | 0,06 | 4 | 4 | 2300 | 10,0 | 640 octeți | 0,108 | 0,108 | NU |
| 8008 | Apr-72 | 0,06 | 8 | 8 | 3500 | 10,0 | 16 KB | 0,2 | 0,2 | NU |
| 8080 | Apr-74 | 0,64 | 8 | 8 | 6000 | 6,0 | 64 KB | 2 | 2 | NU |
| 8085 | Mar-76 | 0,37 | 8 | 8 | 6500 | 3,0 | 64 KB | 5 | 5 | NU |
| 8086 | Iun-78 | 0,33 | 16 | 16 | 29.000 | 3,0 | 1 MB | 5 | 5 | NU |
| | | 0,66 | 16 | 16 | 29.000 | 3,0 | 1 MB | 8 | 8 | NU |
| | | 0,75 | 16 | 16 | 29.000 | 3,0 | 1 MB | 10 | 10 | NU |
| 8088 | Iun-79 | 0,33 | 16 | 8 | 29.000 | 3,0 | 1 MB | 5 | 5 | NU |
| | | 0,75 | 16 | 8 | 29.000 | 3,0 | 1 MB | 8 | 8 | NU |
| 80286 | Feb-82 | 1,2 | 16 | 16 | 134.000 | 1,5 | 16 MB | 8 | 8 | NU |
| | | 1,5 | 16 | 16 | 134.000 | 1,5 | 16 MB | 10 | 10 | NU |
| | | 1,66 | 16 | 16 | 134.000 | 1,5 | 16 MB | 12 | 12 | NU |
| 386DX | Oct-85 | 5,5 | 32 | 32 | 275.000 | 1,5 | 4 GB | 16 | 16 | NU |
| | Feb-87 | 6,5 | 32 | 32 | 275.000 | 1,5 | 4 GB | 20 | 20 | NU |
| | Apr-88 | 8,5 | 32 | 32 | 275.000 | 1,5 | 4 GB | 25 | 25 | NU |
| | Apr-89 | 11,4 | 32 | 32 | 275.000 | 1,5 | 4 GB | 33 | 33 | NU |
| 386SX | Iun-88 | 2,5 | 32 | 16 | 275.00 0 | 1,5 | 4 GB | 16 | 16 | NU |
| | Ian-89 | 2,5 | 32 | 16 | 275.000 | 1,5 | 4 GB | 20 | 20 | NU |
| | | 2,7 | 32 | 16 | 275.000 | 1,5 | 4 GB | 25 | 25 | NU |
| | Oct-92 | 2,9 | 32 | 16 | 275.000 | 1,5 | 4 GB | 33 | 33 | NU |

*continuare*

**Tabelul 3.4** Continuare

| *Cip* | *Data lansării* | *MIPS (estimativ)* | *Lățimea magistralei interne* | *Lățimea magistralei externe* | *Tranzistoare* | *Reguli de proiectare* | *Memorie* | *Ceas extern* | *Ceas intern* | *FPU internă?* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 386SL | Oct-90 | 4,2 | 32 | 16 | 855.000 | 1,0 | 32 MB | 20 | 20 | NU |
| | Sep-91 | 5,3 | 32 | 16 | 855.000 | 1,0 | 32 MB | 25 | 25 | NU |
| 486DX | Apr-89 | 20 | 32 | 32 | 1.200.000 | 1,0 | 4 GB | 25 | 25 | DA |
| | Mai-90 | 27 | 32 | 32 | 1.200.000 | 1,0 | 4 GB | 33 | 33 | DA |
| | Iun-91 | 41 | 32 | 32 | 1.200.000 | 0,8 | 4 GB | 50 | 50 | DA |
| 486SX | Sep-91 | 13 | 32 | 32 | 1.185.000 | 1,0 | 4 GB | 16 | 16 | NU |
| | Sep-91 | 16,5 | 32 | 32 | 1.185.000 | 1,0 | 4 GB | 20 | 20 | NU |
| | Sep-91 | 20 | 32 | 32 | 1.185.000 | 1,0 | 4 GB | 25 | 25 | NU |
| | Sep-92 | 27 | 32 | 32 | 900.000 | 0,8 | 4 GB | 33 | 33 | NU |
| 486DX2 | Mar-92 | 41 | 32 | 32 | 1.200.000 | 0,8 | 4 GB | 25 | 50 | DA |
| | Aug-92 | 54 | 32 | 32 | 1.200.000 | 0,8 | 4 GB | 33 | 66 | DA |
| 486SL | Nov-92 | 15,4 | 32 | 32 | 1.400.000 | 0,8 | 64 MB | 20 | 20 | DA |
| | | 19 | 32 | 32 | 1.400.000 | 0,8 | 64 MB | 25 | 25 | DA |
| | | 25 | 32 | 32 | 1.400.000 | 0,8 | 64 MB | 33 | 33 | DA |
| 486DX4 | Mar-94 | 53 | 32 | 32 | 1.600.000 | 0,6 | 4 GB | 25 | 75 | DA |
| | | 70 | 32 | 32 | 1.600.000 | 0,6 | 4 GB | 33 | 100 | DA |
| Pentium P5 | Mar-93 | 100 | 64 | 32 | 3.100.000 | 0,8 | 4 GB | 60 | 60 | DA |
| | | 112 | 64 | 32 | 3.100.000 | 0,8 | 4 GB | 66 | 66 | DA |
| | Oct-94 | 126 | 64 | 32 | 3.200.000 | 0,6 | 4 GB | 50 | 75 | DA |

| *Cip* | *Data lansării* | *MIPS (estimativ)* | *Lățimea magistralei interne* | *Lățimea magistralei externe* | *Tranzistoare* | *Reguli de proiectare* | *Memorie* | *Ceas extern* | *Ceas intern* | *FPU internă?* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 166 | 64 | 32 | 3.200.000 | 0,6 | 4 GB | 66 | 100 | DA |
| | Mar-95 | 203 | 64 | 32 | 3.200.000 | 0,6 | 4 GB | 60 | 120 | DA |
| | Iun-95 | 219 | 64 | 32 | 3.300. 000 | 0,35 | 4 GB | 66 | 133 | DA |
| | Ian-96 | 255 | 64 | 32 | 3.300.000 | 0,35 | 4 GB | 60 | 150 | DA |
| | | 278 | 64 | 32 | 3.300.000 | 0,35 | 4 GB | 66 | 166 | DA |
| | Iun-96 | 336 | 64 | 32 | 3.300.000 | 0,35 | 4 GB | 66 | 200 | DA |
| Pentium P55C | Jan-97 | 278 | 64 | 32 | 4.500.000 | 0,35 | 4 GB | 66 | 166 | MMX |
| | Jan-97 | 336 | 64 | 32 | 4.500.000 | 0,35 | 4 GB | 66 | 200 | MMX |
| Pentium Pro | Nov-95 | 337 | 64 | 32 | 5.500.000 | 0,6 | 64 GB | 60 | 150 | DA |
| | | 373 | 64 | 32 | 5.500.000 | 0,35 | 64 GB | 66 | 166 | DA |
| | | 404 | 64 | 32 | 5.500.000 | 0,35 | 64 GB | 60 | 180 | DA |
| | | 450 | 64 | 32 | 5.500.000 | 0,35 | 64 GB | 66 | 200 | DA |

Sistemul de denumiri folosit de Intel complică încercările de a trasa linii de demarcație între generațiile de microprocesoare. Cu siguranță, Intel a considerat că Pentium este un procesor din generația a cincea. Conceptul este inerent numelui. Totuși, după ce numele a devenit o marcă de valoare, Intel nu a dorit să renunțe la el din simplul motiv al lansării unei noi generații de microprocesoare; ca urmare, au apărut numele Pentium II și Pentium III.

Adevăratul criteriu este modul de proiectare a logicii de nucleu. Microprocesorul Pentium Pro marchează decizia firmei Intel de a trece la un nou mod de proiectare, distinct de cel folosit pentru Pentium. De fapt, Intel a dezvoltat microprocesorul Pentium Pro sub numele de cod P6. Microprocesoarele Pentium II și Pentium III au același nucleu, așa că toate trei – Pro, II și III – sunt cipuri din generația a șasea.

Liniile dintre generații devin și mai confuze atunci când sunt luați în considerare și producătorii aflați în concurență cu Intel. Pentru primele generații, produsele acestora merg în paralel cu cele ale firmei Intel; de fapt, erau identice, datorită licențierii sau reproducerii de tehnologie. Totuși, după a patra generație, producătorii concurenți au pornit în direcții proprii, deseori introducând noi tehnologii înaintea firmei Intel. Firmele concurente au început să construiască cipuri bazate pe nuclee RISC cu o generație înaintea firmei Intel. AMD a adăugat instrucțiuni grafice 3D extinse în setul de comenzi înainte ca Intel să lanseze pe piață microprocesorul Pentium III. Totuși, liniile de separare dintre generații s-au dovedit atât de utile pentru a descrie industria cipurilor, încât cei mai mulți autori respectă linia de dezvoltare în timp a microprocesoarelor Intel și caracterizează cipurile produse de alte firme în funcție de corespondența cu produsele Intel. Și cartea de față respectă această convenție arbitrară.

## Procesoare înainte de PC

Indiferent de model sau de origine, toate microprocesoarele din PC-urile actuale au caracteristici și moșteniri comune. Toate sunt descendente directe ale primului microprocesor, Intel 4004. Setul de instrucțiuni folosite de toate microprocesoarele actuale pentru PC-uri își are rădăcinile în instrucțiunile selectate pentru microprocesorul Intel 4004, cu suficient de multe prelucrări făcute de-a lungul anilor, astfel încât nu veți bănui niciodată legătura cu procesoarele Pentium actuale dacă nu cunoașteți puțină istorie.

O imagine asupra microprocesoarelor este, în mod necesar, istorică. Cele mai rapide cipuri de astăzi trebuie să respecte deciziile de proiectare luate cu un sfert de secol în urmă. Istoria microprocesoarelor Intel este istoria adăugării unor noi caracteristici la microprocesoarele existente, fiecare fiind o combinație între o reparație și o punte: o reparație pentru a corecta probleme inerente ale proiectului istoric și o punte între istorie și ultimele (și cele mai puternice) idealuri de proiectare a microprocesoarelor. Progresul constant al puterii microprocesoarelor Intel este o dovadă a resurselor fantastice pe care Intel le-a dedicat dezvoltării propriilor produse.

Istoria microprocesoarelor începe încă din 1969, atunci când o companie japoneză de calculatoare, Busicom, acum dispărută, a cerut firmei Intel să îi construiască o serie de calculatoare, diferite între ele și fiecare bazat pe un circuit integrat personalizat. Folosind tehnologia IC convențională, pentru acest proiect ar fi trebuit create 12 cipuri diferite. Deoarece din fiecare model era nevoie de un număr mic de calculatoare, costurile de dezvoltare ar fi fost prohibitive.

Inginerul Mercian E. (Ted) Hoff de la Intel a avut o idee mai bună, care ar fi putut elimina cea mai mare parte a muncii de proiectare. În locul unei colecții de circuite proiectate individual, Hoff și-a imaginat un dispozitiv cu destinație generală care ar fi satisfăcut cerințele tuturor calculatoarelor. Soluția a funcționat. Rezultatul a fost primul microprocesor cu destinație generală, Intel 4004.

Cipul creat a fost un succes. Pe lângă faptul că a deschis era calculatoarelor cu cost scăzut, a pus la dispoziția proiectanților primul dispozitiv semiconductor programabil. În loc să proiecteze, pornind de la zero, circuitele digitale de luare a deciziilor, dezvoltatorii puteau cumpăra o componentă comercială pe care o puteau adapta la cerințele proprii, scriind programul corespunzător.

Microprocesorul 4004 a fost lansat pe piață în 1971. Așa cum se poate deduce din numele ales de producător, 4004, acest cip revoluționar avea regiștri capabili să manipuleze patru biți, prin intermediul unei magistrale de patru biți. Stabilirea valorii de opt biți ca standard de măsurare a datelor digitale a avut ca rezultat alegerea acestei valori ca dimensiune a regiștrilor pentru următoarea generație de microprocesoare, Intel 8008, lansată în 1972.

Intel (ca și alți producători de circuite integrate) a continuat cercetările și, în anul 1974, a lansat un produs complet revizuit, cipul 8080. Spre deosebire de 8008, acesta a fost proiectat de la început pentru manipularea datelor pe opt biți. Intel a stabilit pentru microprocesorul 8080 un set mai mare de instrucțiuni, care cuprindea toate instrucțiunile recunoscute de 8008, plus altele noi. Cipul 8080 a stabilit un model pentru microprocesoarele Intel: orice creștere în putere și orice extindere a setului de comenzi se face prin extinderea setului existent, nu prin înlocuirea acestuia, asigurând astfel compatibilitatea înapoi a programelor (cel puțin până la un anumit grad).

## Procesoare din prima generație

Deși istoria calculatoarelor personale începe în 1981, cipurile care au reprezentat motorul revoluției au apărut încă din 1978. În acel an, Intel a lansat microprocesorul 8086, primul cip din prima generație de microprocesoare pentru PC-uri. Noul model marca o îmbunătățire evidentă față de cipurile anterioare. Intel a dublat dimensiunea regiștrilor față de microprocesorul 8080, creând un cip cu regiștri de 16 biți și performanțe de 10 ori mai mari. Proiectarea cipului a fost făcută în întregime pe 16 biți, fiind dublată și lățimea magistralei de date a cipurilor anterioare, ceea ce permitea transmiterea informațiilor de două ori mai repede.

În plus, Intel a lărgit magistrala de adrese de la 16 la 20 de biți, pentru a permite microprocesorului 8086 să adreseze direct până la un megaoctet de memorie RAM. Intel a împărțit această memorie în segmente de 64 KB, pentru ca programarea și tranziția la noul cip să fie mai ușoare. Un singur registru de 16 biți putea să adreseze orice octet dintr-un anumit segment. Un alt registru indica în ce segment se află adresa respectivă.

La un an după apariția cipului 8086, Intel a lansat microprocesorul 8088. Noul cip era identic cu 8086 – regiștri de 16 biți, 20 de linii de adresă, același set de comenzi – cu o singură excepție. Magistrala de date a fost redusă la 8 biți, ceea ce a permis microprocesorului 8088 să exploateze gama existentă de componente hardware de suport pe 8 biți. Microprocesorul 8088 nu a adus nimic nou și ar fi trebuit să se piardă în istorie. Totuși, combinarea puterii de calcul pe 16 biți cu cipurile de suport ieftine pe

8 biți au determinat firma IBM să aleagă microprocesorul 8088 pentru construirea primului calculator personal. În acest fel, 8088 a intrat în istorie ca al doilea produs, ca importanță, în dezvoltarea microprocesorului, după cipul 4004.

Atât 8088 cât și 8086 erau proiectate folosind circuite NMOS (N-channel Metal Oxide Semiconductor), o tehnică de fabricare ce avea ca rezultat cipuri rapide, dar mari consumatoare de energie. Ulterior, Intel a lansat și versiuni cu consum mai scăzut, bazate pe tehnologia CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor), sub numele Intel 80C86 și 80C88. (Toate microprocesoarele moderne folosesc variante îmbunătățite ale tehnologiei CMOS.) În continuare, Intel a integrat cea mai mare parte a circuitelor de suport necesare pentru construirea unui mic calculator împreună cu logica de bază a cipurilor 8086 și 8088, creând astfel cipurile 80186 și 80188, care au încheiat prima generație.

## Procesoare din generația a doua

Respectând Legea lui Moore, inginerii de la Intel lucrau deja la un nou microprocesor, mai puternic, chiar în momentul lansării pe piață a cipului 8088. Succesorul urma să fie numit 80286, primul și singurul cip important din cea de-a doua generație. Cu viteze de câteva ori mai mari decât ale cipurilor precedente și având posibilitatea de a adresa de 16 ori mai multă memorie, cipul 80286 a venit pe lume cu gânduri mari. Inerentă în proiectarea acestui cip a fost posibilitatea de lucru în regim multitasking, cu noi instrucțiuni pentru gestionarea taskurilor și un nou mod de operare, modul protejat, care a pus cei 16 MB de memorie accesibilă la dispoziția sistemelor de operare avansate. În ciuda tuturor acestor calități, cel mai remarcabil aspect al microprocesorului 80286 este epitetul care i-a fost acordat în lumea calculatoarelor personale, „creier mort“.

În proiectarea cipului 80286, Intel nu a ținut seama de un lucru: DOS, sistemul de operare care stabilea regulile pe piața calculatoarelor personale. Sistemul de operare DOS nu putea să folosească puterea noului cip. Era limitat la modul real și la un megaoctet de memorie RAM. În retrospectivă, probabil ar fi mai corect să numim sistemul de operare DOS „creier mort“ și să spunem că microprocesorul 80286 a fost neînțeles – dar o asemenea afirmație nu i-ar mai bucura decât pe dezvoltatorii cipului și pe părinții acestora. De fapt, 80286 a dominat piața microprocesoarelor timp de aproape trei ani, din 1984 în 1987, ceva mai mult decât „creierul viu“ care l-a urmat, microprocesorul 386.

Deși lansat în 1982, lumea a observat cipul 80286 abia în 1984, o dată cu lansarea modelului IBM Personal Computer AT. Având o magistrală de date de 16 biți și regiștri interni de 16 biți, cipul a proiectat calculatoarele AT către vârful pieței și a stabilit un standard industrial care a rezistat încă două generații de microprocesoare. Lansate într-o primă versiune la 6 MHz, PC-urile echipate cu microprocesoare 80286 au avansat repede la 8 MHz, apoi la 10 MHz. Ulterior au apărut pe piață versiuni care rulau la 12,5, 16, 20 și chiar 24 MHz.

Deși microprocesorul 80286 a fost proiectat de Intel, compania a acordat licențe și altor producători, incluzând AMD, Harris Semiconductor, IBM și Siemens. Toate cipurile produse au inclus în nume notația 286 și au folosit modelul Intel pentru logica de nucleu. Cu excepția frecvenței de ceas, cipurile sunt interschimbabile.

A doua generație s-a încheiat cu microprocesorul 80286 din cauza nepotrivirilor dintre acesta și sistemul de operare DOS. Deși a lansat pe piață milioane de PC-uri și

a fost folosit cu succes și în multe alte aplicații, puțini oameni au regretat dispariția cipului 80286.

## Procesoare din generația a treia

La fel ca multe eforturi umane, pentru obținerea unui model bun de microprocesor pentru PC-urile actuale a fost nevoie de trei încercări. Intel a descoperit filonul de aur din care a fost creată averea companiei și care a servit ca fundație pentru toate microprocesoarele folosite în sistemele Windows actuale o dată cu a treia generație, familia 386. Magia celei de-a treia generații nu s-a bazat pe un singur factor. Combinând mai multe elemente, Intel a creat un învingător.

Unul dintre motivele care au determinat succesul generației 386 a fost puterea de a înțelege trecutul. Inginerii firmei Intel au studiat cu atenție greșelile generației 286. Au înțeles importanța pe care o avea în industria calculatoarelor principalul sistem de operare pentru PC-uri, așa că au proiectat noul cip pentru acesta, nu pentru un succesor vag definit. În plus, au oferit cipului 386 destulă putere pentru a-l face un competitor de temut.

Inovațiile celei de-a treia generații iau forma a două caracteristici distinctive: proiectare pe 32 de biți, atât pentru date, cât și pentru adrese, și noul mod virtual 8086. Prima caracteristică oferă cipului o putere fără precedent. A doua face ca această putere să fie utilă.

Principalul cip din generația a treia a fost 386, redenumit ulterior 386DX, pentru a-l deosebi de modelul Intel de nivel scăzut, 386SX, identic, cu excepția magistralei externe pe 16 biți. Intern, microprocesorul 386SX lucrează cu regiștri și adrese de 32 de biți. Originea literelor D/S din denumirea cipurilor este ușor de explicat. Magistrala externă a cipului 386DX transferă cuvinte *d*uble (32 de biți), în timp ce magistrala cipului 386SX transferă cuvinte *s*imple (16 biți).

În momentul lansării cipului 386DX, nici puterea pe 32 de biți a acestuia, nici spațiul său de adrese de 4 GB nu contau prea mult pe piața PC-urilor. Toate programele pentru PC existente foloseau cod pe 16 biți. Mai mult, memoria era scumpă și existau puține calculatoare echipate cu mai mult de un megaoctet. Greoaia generație a doua oferea mai mult decât suficient din ambele puncte de vedere. Ca urmare, cipul 386 nu a fost folosit pe scară largă în PC-uri până în anul 1987, deși a fost lansat pe piață în 1985. Totuși, pe măsură ce a fost integrat în PC-uri, iar sistemele de operare au recuperat diferențele, microprocesorul 386 și-a luat zborul.

Diferența a fost dată de modul virtual 8086. Noile sisteme de operare foloseau noul mod de lucru ca să ruleze simultan mai multe aplicații DOS. Mult-promisele sisteme multitasking au devenit realitate. Spre deosebire de procesoarele obișnuite din generația a doua, chiar și cele mai slabe cipuri 386SX puteau să ruleze mai multe procese simultan. Modul virtual 8086 reprezenta linia de demarcație: microprocesoarele care foloseau acest mod de lucru puteau să ruleze toate programele noi. Cipurile mai vechi erau limitate la sistemul de operare DOS. Microprocesorul cu care era echipat PC-ul a devenit un criteriu vital pentru cumpărarea aplicațiilor, iar familia 386 era opțiunea preferată.

Intel știa că deține un învingător și a restricționat drastic licențierea modelului 386. IBM (principalul client al firmei Intel în momentul respectiv) a primit o licență, dar fără permisiunea de a vinde cipuri. IBM putea să vândă microprocesoare 386 numai în

PC-uri sau plăci de bază complete. AMD a câștigat dreptul de duplicare a cipului 386 în urma unui proces, pe baza acordurilor tehnologice încheiate cu Intel încă înainte de anunțarea cipului 80286. O altă companie, Chip & Technologies, a reprodus cipul 386, construind clone, dar acestea au fost lansate pe piață prea târziu pentru a mai avea succes – Intel trecuse demult la cipurile din generația a patra.

În același timp, Intel a transformat cipul 386 într-o familie completă de microprocesoare: 386DX, cu putere maximă, modelul economic 386SX (lansat în 1988) și cipul portabil, cu consum scăzut și nivel de integrare mare, 386SL (lansat în 1990).

## Procesoare din generația a patra

Spre deosebire de tranzițiile dintre generațiile anterioare de microprocesoare Intel pentru PC-uri, trecerea la a patra generație nu a fost marcată de nici o diferență fundamentală de operare: nu a apărut nici un nou mod de lucru. Modelul 386 și-a dovedit calitățile și a devenit baza unei industrii software de mai multe miliarde de dolari. Singurul domeniu în care se puteau face îmbunătățiri era cel al performanțelor, și chiar și aici tehnologia microprocesoarelor Intel era înaintea restului industriei PC-urilor. Cipurile Intel depășiseră deja nivelul de performanță al multor alte componente folosite pentru construirea calculatoarelor.

Ca răspuns la această situație, Intel a adăugat cipurilor din generația a patra trei caracteristici care puteau crește viteza de prelucrare *ocolind* dezavantajele circuitelor externe. Aceste inovații includ un cache intern de nivelul unu, care ajută la compensarea handicapului unui sistem lent de memorie, prelucrare prin canalizare în interiorul microprocesorului, pentru a obține o putere de prelucrare mai mare la frecvențe de ceas mici, și o unitate în virgulă mobilă internă, care elimină handicapul unei conexiuni externe. O dată cu maturizarea generației, Intel a adăugat un nou rafinament, care a permis microprocesorului să rămână cu mult în fața circuitelor de suport, mai lenește – divizarea cipului, astfel încât logica de nucleu și interfața cu magistrala externă să poată lucra la viteze diferite.

Intel a lansat primul cip din noua generație în 1989, sub numele 80486, continuând astfel tradiția de denumire a microprocesoarelor. După ce compania a lansat noi cipuri derivate din modelul de bază, microprocesorul cel mai bun al familiei a fost numit 486DX, modelele mai ieftine au fost identificate cu sufixul -SX, iar modelele cu consum redus, destinate calculatoarelor portabile, cu sufixul -SL, la fel ca pentru cipurile din generația a treia. Și alți producători au respectat această schemă de denumire, folosind numele 486 pentru produsele similare și, deseori, identificatorii D/S pentru modelele de vârf și economice.

Totuși, pentru familia 486, literele D/S nu reprezintă lățimi diferite ale magistralei de date. Denumirile nu mai corespund ideii originale. În familia 486, Intel a redus prețul versiunii SX prin eliminarea unității în virgulă mobilă. Economiile oferite de această strategie pot fi substanțiale; fără circuitele în virgulă mobilă, cipul 486SX are nevoie doar de jumătate din cantitatea de siliciu, astfel încât fabricarea cipului este mai ieftină. Totuși, pentru primele serii de cipuri 486SX, diferența era în primul rând comercială. Cipurile SX erau identice cu cipurile DX, exceptând faptul că unitățile în virgulă mobilă erau fie defecte, fie deliberat dezactivate pentru obținerea unui microprocesor mai puțin puternic.

Din punctul de vedere al elementelor hardware de bază, seria 486 a păstrat caracteristicile principale ale generațiilor anterioare de procesoare. Cipurile din a treia și a patra

generație au trei moduri de operare (real, protejat și virtual 8086), regiștri de 32 de biți, magistrală de adrese de 32 de biți, care permite accesul direct la 4 GB de memorie. Ambele asigură suportul pentru memoria virtuală, care extinde domeniul de adrese până la 64 TB. Ambele au unități integrate de gestionare a memoriei, care pot să organizeze memoria în pagini de 4 KB.

Dar între cipul 486 și cipul 386 (sau orice alt microprocesor Intel anterior) există și diferențe substanțiale. Canalele de prelucrare din logica de nucleu permiteau cipului să execute simultan părți ale mai multor instrucțiuni. În anumite condiții, cipul 486 putea să execute o instrucțiune la fiecare ciclu de ceas. Regulile mai stricte de proiectare (detalii mai mici gravate în stratul de siliciu care formează cipul) ofereau microprocesoarelor 486 o viteză potențială mai mare decât a cipurilor precedente. Un cache primar integrat mic, dar robust, de 8 KB, permitea microprocesorului 486 să evite stările de așteptare care încetineau PC-urile 386 mai rapide.

Proiectarea hardware raționalizată (și în special prelucrarea prin canalizare) face ca un 486 să poată gândi mai repede decât un 386, atunci când cele două cipuri rulează la aceeași frecvență de ceas. Pentru cele mai multe aplicații, microprocesorul 486 este de două ori mai rapid decât un 386 la aceeași viteză de ceas, așa că un 486 la 20 MHz asigură aceleași rezultate ca și un 386 la 40 MHz.

În 1992, tehnologia de fabricare folosită de Intel, cu distanțe mai mici de un micron între circuite, permitea dezvoltarea unei viteze potențiale mai mare decât putea fi exploatată de vitezele magistralelor externe practice. Microprocesoarele puteau să ruleze mai repede decât circuitele externe existente (și accesibile ca preț). Soluția inteligentă a firmei Intel la această problemă a fost ruperea legăturii dintre viteza magistralei și viteza circuitelor din logica de nucleu. Folosind un multiplicator intern, Intel a proiectat logica de nucleu astfel încât să opereze la viteze de două, apoi de trei ori mai mari decât viteza magistralei externe, lansând seriile de microprocesoare 486 DX2 (în 1992) și DX4 (în 1994).

Lăsând deoparte inovațiile, microprocesorul 486 este un cip 386 îmbunătățit. Întreaga serie 486 rulează toate programele scrise pentru 386. Deși cipul 486 putea fi deosebit de cipul 386 printr-un indicator, o excepție, doi biți pentru intrările tabelei de pagini, șase instrucțiuni și nouă biți din registrul de control, puține programe destinate consumatorilor exploatau aceste caracteristici. Comenzile și elementele de control ale microprocesorului 486 nu sunt decât un superset al celor specifice microprocesorului 386 – ceea ce înseamnă că un 486 face tot ce face și un 386 și ceva în plus.

Tot în 1992, Intel a lansat alternativa portabilă a microprocesorului 486, un cip formidabil numit 486SL. Spre deosebire de 386SL (care era, în esență, un 386SX reproiectat în vederea economisirii energiei), microprocesorul 486SL nu micșorează performanțele. Mai mult, integrează un număr mai mare de funcții pe același cip.

În locul unor microprocesoare speciale cu consum mic de energie pentru aplicații portabile, alți producători de cipuri au optat pentru fabricarea întregii linii de produse cu un consum mai mic de energie. În 1993, firma Intel a schimbat direcția de dezvoltare și a urmat această linie, anunțând că va înceta dezvoltarea microprocesorului 486SL și va transfera caracteristicile acestuia seriei principale de microprocesoare 486. Procesul a implicat etape intermediare, care au dus la producerea familiei de microprocesoare numită SL Enhanced Intel 486. Noua familie de microprocesoare SL îmbunătățite include echivalente ale microprocesoarelor 486DX, 486DX2, 486SX și 486SX2.

Intel a cunoscut un succes atât de mare ca producător de microprocesoare, încât și alte companii au încercat să-și facă loc pe piață și să profite de o parte din câștiguri.

AMD, luptând cu încăpățânare în justiție pentru a obține drepturi asupra microcodului Intel, a reușit să copieze cu precizie cipul 486. De fapt, AMD a îmbunătățit modelul Intel și a obținut o viteză mai mare pentru linia 486, ridicând la 40 MHz viteza cipului standard 486DX, pentru care Intel s-a oprit la 33 MHz. AMD a păstrat aceeași diferență de performanță și în cazul cipurilor care dublau sau triplau frecvența de ceas (ajungând la 120 MHz pentru cipurile cu performanțe maxime).

IBM, folosind o licență asemănătoare cu cea pentru 386, a produs două cipuri derivate din modelul de bază al firmei Intel. Microprocesorul IBM 486SLC2 a dus la extrem venerabilul cip 386SX, adăugându-i setul de comenzi 486 și o memorie cache integrată și ridicând performanțele până la nivelul cipurilor 486, în ciuda faptului că păstrau magistrala de date de 16 biți a cipurilor 386SX. Extinzând logica de nucelu și magistrala externă la 32 de biți, IBM a creat microprocesorul Blue Lightning, numit uneori 486BL. Nici unul dintre cipurile IBM nu includea o unitate în virgulă mobilă.

Cyrix Corporation a început să producă modele proprii de microprocesoare din generația a patra, inițial produse OEM care aveau nevoie de noi plăci de bază, urmate de cipuri 486 care foloseau aceeași configurație de pini ca și cipurile Intel 386, apoi de cipuri care puteau fi instalate în soclurile 486. Cyrix a dezvoltat toate aceste produse folosind propria proiectare pentru logica de nucleu. Deși primele cipuri aveau dezavantajul unei memorii cache interne de numai 1 KB, cipurile ulterioare, cu memorie cache de 8 KB, puteau face față primelor cipuri din generația a cincea.

Și Texas Instruments a intrat în cursa microprocesoarelor 486, cu clone DX și SX, dar nici unul dintre aceste produse nu a avut un succes remarcabil pe piață.

Atunci când Intel a trecut la cea de-a cincea generație, firmele concurente nu au mai putut să țină pasul. În schimb, au dezvoltat procesoare din generația a patra, cărora le-au dat nume specifice generației a cincea. AMD a dezvoltat microprocesorul $Am5_x86$, un model bazat pe cipurile 486 și capabil să facă față primelor cipuri din generația a cincea. În ciuda prețului agresiv de mic, procesorul $Am5_x86$ nu a reușit să câștige piața.

Cyrix a dezvoltat un alt microprocesor 5x86, tot un cip din generația a patra, deși logica de nucleu era bazată pe un model RISC din care s-a dezvoltat cea de-a cincea generație de procesoare Cyrix. Și IBM a oferit pe piață un cip cu eticheta 5x86. Cu excepția numelui, acesta era identic cu produsul oferit de Cyrix.

## Procesoare din generația a cincea

Primele patru generații de microprocesoare sunt separare de cipurile cu care sunt echipate PC-urile actuale de un progres tehnologic uriaș – arhitectura superscalară. Toate microprocesoarele Intel actuale au canale multiple de prelucrare, îmbunătățite cu alte caracteristici împrumutate de la modelele RISC. De fapt, ultimele cipuri, ale tuturor producătorilor de microprocesoare pentru PC-uri, *sunt* cipuri RISC cu translatoare interne care înțeleg setul de comenzi al vechii arhitecturi Intel. Singurele cipuri care folosesc setul de comenzi Intel CISC în forma nativă sunt microprocesoarele Cyrix (și IBM) din seria 6x86, inclusiv M II.

Deși schimbarea a început cu procesoarele RISC, Intel Pentium a fost primul microprocesor care a adus tehnologia superscalară în lumea PC-urilor.

Toate cipurile Intel curente conțin cuvântul „Pentium“ undeva în denumire; chiar și cel mai recent cip Intel, Xeon, este numit oficial Pentium II Xeon. Numele servesc numai la estomparea diferențelor dintre cipuri. Numele Pentium este folosit pentru a da produselor Intel o identitate de marcă, prin faptul că este o marcă înregistrată a firmei Intel.

Nici cipurile Pentium standard nu sunt identice. Intel a lansat trei variante diferite ale cipului Pentium. Cel mai ușor sunt diferențiate după numele de cod. Cipul Pentium original a fost numit P5 în timpul dezvoltării. A fost urmat de P54. Pentium II a parcurs o ierarhie de dezvoltare asemănătoare. Numele de cod original al cipului Pentium II a fost Klamath. O versiune îmbunătățită, Deschutes, este acum cipul dominant al seriei.

Este greu de definit, în special pentru producătorii de cipuri, ce înseamnă exact performanțe de nivel Pentium și cip compatibil Pentium. Cu excepția firmei Intel, toți ceilalți vor să credeți că orice microprocesor mai rapid decât cel mai lent Pentium corespunde definiției. Ca urmare, atât AMD cât și Cyrix clasifică în categoria Pentium două cipuri, numindu-le „procesoare din generația a cincea“ și etichetându-le cu coduri care încep cu cifra „5“, deși au puține lucruri în plus față de clonele 486. La fel, aceste companii au trecut la a șasea generație – ceea ce înseamnă doar ceva mai mult decât includerea cifrei „6“ în codul de etichetare – cu procesoare care depășesc doar cu puțin propriile clone Pentium. Aceste cipuri din generația a șasea nu sunt clone ale cipului Pentium Pro, ci microprocesoare Pentium de bază înbunătățite – ceea ce nu este în mod necesar ceva rău. Ultimele dintre acestea, cipurile AMD K6 și Cyrix M II, includ caracteristici MMX, ceea ce le face egale ca posibilități, dacă nu și ca performanțe, cu cipurile oferite de Intel.

Dacă ar exista, o regulă generală ar spune că un cip de nivel 5 asigură aproximativ aceleași performanțe ca și un cip Pentium la aceeași viteză de ceas nominală. Deși unii producători (de exemplu AMD și NexGen) susțin că cipurile lor sunt mai rapide decât un Pentium de bază, aceștia ajustează vitezele de ceas nominale astfel încât să reflecte performanțele unui Pentium echivalent, în loc să reflecte viteza reală de funcționare a microprocesorului. Vă puteți aștepta ca cipurile evaluate ca fiind de nivel 6 să fie mai rapide decât microprocesoarele Pentium cu aceeași frecvență de ceas nominală.

### Procesoare din generația a șasea

Pentium Pro a fost primul microprocesor din generația a șasea. Cipul include o logică de nucleu radical înnoită, dezvoltată sub numele „P6“, bazată pe un model RISC. Totuși, cea mai remarcabilă diferență este integrarea pe scară mai largă. În cazul microprocesorului Pentium Pro, Intel a integrat pe cip nu numai memoria cache primară, ci și memoria cache secundară. În plus, Intel a extins domeniul de adrese al cipurilor din generația a șasea, care pot adresa direct până la 64 GB de memorie RAM. Toate procesoarele Intel din generația a șasea – Pentium Pro, Pentium II, Celeron, Xeon și Pentium III – au în comun aceste caracteristici.

## Produse actuale

Cu excepția unui mic număr de calculatoare notebook, toate PC-urile noi sunt echipate cu microprocesoare din generația a șasea – cipuri Celeron, Pentium II, Pentium III sau Xeon de la Intel sau cipuri cu performanțe similare de la un alt producător (de exemplu, AMD K6-3 sau Cyrix M II).

# Intel

Deoarece Intel a investit foarte mult pentru recunoașterea mărcii înregistrate Pentium, toate microprocesoarele pentru PC-uri produse în prezent de Intel poartă acest nume, deși folosesc două generații diferite de logică de nucleu. Pentium, Pentium cu tehnologie MMX, precum și variantele mobile și OverDrive ale acestor cipuri, intră în categoria procesoarelor Intel din generația a cincea. Pentium Pro, Pentium II și Pentium III au în comun, în esență, aceeași logică de nucleu specifică generației a șasea.

## Intel Pentium

În martie 1993, Intel a lansat primul microprocesor superscalar. În acel moment, industria calculatoarelor se aștepta ca Intel să continue tradiția de denumire a microprocesoarelor și să dea noului cip codul 80586. De fapt, firmele concurente mizau pe acest nume. Multe firme hotărâseră deja să folosească eticheta numerică pentru noua generație de produse. Dar Intel voia să diferențieze produsele proprii de eventualele clone și să lanseze pe piață un nume de marcă ușor de recunoscut. Obținerea unui brevet de marcă înregistrată pentru eticheta 586 era puțin probabilă. Nu cu mult timp în urmă, o decizie a curții federale a stabilit că eticheta numerică 386 este generică – adică descrie un tip de produse, nu un anumit produs care aparține unui producător – așa că nu poate primi statutul de marcă înregistrată. Ca urmare, Intel a inventat cuvântul *Pentium*, deoarece acesta putea fi protejat ca marcă înregistrată. De asemenea, numele implica numărul „5“, semnificând apartenența la generația a cincea, în aceeași măsură ca și eticheta „586“.

Producătorii concurenți chiar au folosit eticheta 586 sau variații ale acesteia pentru produsele proprii. (Cyrix a ajuns și la 6x86.) Totuși, și-au dat seama de valoarea pe care o are recunoașterea unei mărci și au început să aleagă nume pentru modelele lansate pe piață (seria K a firmei AMD, de exemplu).

Numele Pentium ascunde o mare diversitate de microprocesoare. Două cipuri foarte diferite sunt numite, simplu, Pentium. Ulterior, Intel a încercat să profite și mai mult de pe urma numelui de marcă, lansând noi modele, cu diferite variații adăugate neîndemânatic la numele Pentium: Pentium cu tehnologie MMX și Mobile Pentium. Numele Pentium a fost păstrat și pentru generația a șasea, fiind adăugat la alte nume. În mod cert, Intel consideră că „Pentium“ este o proprietate valoroasă, atât ca produs, cât și ca marcă.

Microprocesorul Pentium original a luat naștere sub numele de cod P5 și a fost desemnat ca succesor al cipului 486DX. Deși a fost fabricat, în esență, folosind același proces și aceeași tehnologie ca și pentru cipurile mai vechi, proiectarea superscalară a reprezentat o evoluție radicală față de produsele Intel anterioare.

### Elemente fundamentale de proiectare

Proiectanții firmei Intel au fost nevoiți să rezolve o problemă importantă atunci când li s-a cerut să crească performanțele modelului 486. Datorită prelucrării prin canalizare, cipul executa deja aproape o instrucțiune la fiecare ciclu de ceas. Principala cale de obținere a unor performanțe mai bune era creșterea frecvenței de ceas, o tehnologie pe care compania o adoptase deja pentru microprocesoarele 486DX2, care dublau frecvența de ceas, și urma să o folosească ulterior pentru cipurile 486DX4. Tehnologia de fabricare la 0,8 microni, folosită în momentul respectiv, nu permitea funcționarea fiabilă la frecvențe mai mari de 66 MHz, viteză atinsă de cipul 486DX2.

Soluția găsită de Intel a fost împrumutarea tehnologiei superscalare, populară în momentul respectiv pentru sistemele RISC. În loc să mărească viteza canalului de prelucrare, Intel a adăugat microprocesorului Pentium încă un canal. În mod obișnuit, de avantajele arhitecturii superscalare beneficiază numai programele compilate de un compilator cu optimizare, care pregătește codul în vederea prelucrării paralele. Totuși, Intel a pus la punct o soluție și pentru programele existente. Folosind un pic de vrăjitorie hardware, Intel a construit logica de preprocesare care putea să împartă programele în bucăți mai mici și să trimită simultan (sau aproape simultan) piesele obținute către două canale paralele de prelucrare. Deși nu este la fel de eficientă ca recompilarea programelor cu ajutorul unui compilator cu optimizare (care rămâne o opțiune pentru programele scrise special pentru a fi rulate de un microprocesor Pentium), soluția hardware folosită de Intel ridică performanțele unui cip Pentium cu 30% peste cele obținute de un cip 486 cu un singur canal de prelucrare, rulând la aceeași frecvență de ceas.

O dată cu creșterea vitezei de prelucrare a microprocesorului Pentium, a apărut o altă problemă: transferarea suficient de rapidă a codului și a datelor din memorie către cip, pentru alimentarea celor două canale de prelucrare. Soluția găsită de inginerii de la Intel a fost dublă. Pe de o parte, au dublat lățimea magistralei externe de date. Deși microprocesorul Pentium original și toate cipurile curente care poartă numele Pentium sunt cipuri pe 32 de biți, cu regiștri de 32 de biți în unitățile pentru numere întregi, conectarea cu restul PC-ului se face printr-o magistrală de 64 de biți, iar datele sunt transferate pe cuvinte cvadruple. Pe de altă parte, Intel a dublat frecvența nominală de ceas a magistralei de date, de la 33 MHz la 66 MHz. (Cipurile Pentium la 60 MHz au o magistrală de date cu aceeași viteză.)

Așa cum se întâmpla de mult timp, memoria tot nu putea ține pasul cu cipul Pentium, în ciuda vitezei de ceas mai mari. Pentru o mai bună corespondență între microprocesorul Pentium și sistemul de memorie al PC-ului, Intel a încorporat în cip o memorie cache de 16 KB. Spre deosebire de memoria cache a microprocesoarelor 486, care încărca în același loc atât date, cât și instrucțiuni, cache-ul cipului Pentium separă cele două funcții, alocând 8 KB pentru date și 8 KB pentru instrucțiuni.

Cache-urile combinate pot stagna dacă cererile programului nu corespund cu conținutul cache-ului. De exemplu, este posibil ca memoria cache să conțină datele folosite de program pentru executarea unui ciclu. Atunci când are nevoie de următoarea instrucțiune, microprocesorul trebuie să citească memoria principală, care este mai lentă. Prin folosirea unor cache-uri separate pentru instrucțiuni și pentru date, este sigur că nici una dintre acestea nu va duce la stagnarea sistemului.

Ca și cipurile din seria 486, microprocesorul Pentium include o unitate în virgulă mobilă, ca parte a procesorului principal. De fapt, cipul Pentium conține aceleași circuite de bază ca și cipurile 486 pentru operațiile în virgulă mobilă, folosind regiștri de 80 de biți. Totuși, spre deosebire de modelele RISC, în cipul Pentium unitatea în virgulă mobilă nu are un canal propriu de prelucrare. De fapt, numai unul dintre canalele de prelucrare a numerelor întregi are acces la unitatea în virgulă mobilă.

**Istoricul dezvoltării**

Chiar dacă nu sunteți inginer, ar trebui să vă puteți da seama că un cip Pentium producea de două ori mai multă căldură decât un cip 486 și că era foarte greu de răcit. Chiar era. Ca urmare, Intel a lansat microprocesorul Pentium în două versiuni cu viteze apropiate: un cip la 66 MHz și un cip la 60 MHz, mai ușor de fabricat și de răcit.

După ce prin cipul P5 firma Intel și-a afirmat intenția de a ocupa vârful pieței microprocesoarelor, inginerii companiei au început să lucreze febril ca să facă cipul mai rapid, mai ieftin și mai fiabil. Un element cheie al eforturilor a fost o nouă linie de producție, care permitea fabricarea cipurilor cu tehnologia de 0,6 microni. În plus, au trecut la o tensiune de operare mai mică, 3,3 volți în loc de 5,0 volți. Combinate, aceste inovații au fost suficiente ca să ridice viteza de operare a logicii de nucleu a cipului Pentium cu 50 de procente, de la 66 la 100 MHz (și de la 60 la 90 MHz), în martie 1994. În octombrie 1994, Intel a adăugat seriei și un microprocesor Pentium cu preț mai mic, care rula la 75 MHz.

Memoria și cipurile de suport erau deja solicitate la maximum la viteza de 66 MHz, așa că Intel a păstrat la acest nivel magistrala externă a celor mai noi microprocesoare din momentul respectiv. Ca rezultat, cipurile Pentium din seria a doua foloseau primul multiplicator de ceas fracțional, 1,5x.

Microprocesoarele Pentium la 90 și la 100 MHz au fost doar variante intermediare. Adevăratul salt în seria Pentium a apărut în iunie 1995, când Intel a trecut la un nou model Pentium, cu numele de cod P54C. Revizuirea radicală a microprocesorului se baza pe noul proces de fabricație la 0,35 microni folosit de Intel pentru a ridica viteza de operare, mai întâi la 133 MHz și apoi la 200 MHz.

Intel a continuat dezvoltarea microprocesorului Pentium până în anul 1998, producând un număr de cipuri cu diferite îmbunătățiri, dar cu același model de bază. Printre aceste cipuri se numără Pentium OverDrive, Pentium cu tehnologie MMX, Mobile Pentium și Mobile Pentium cu tehnologie MMX, despre care vom discuta mai târziu.

**Factori de multiplicare a vitezei de magistrală**

Din punct de vedere operațional, modelul P54C era identic cu cipul mai vechi. Singura diferență semnificativă a fost multiplicatorul de ceas. În general, microprocesoarele Pentium au fost consecvente regulii de a nu depăși limita de 66 MHz pe magistrala externă, folosind factori de multiplicare care nu erau întotdeauna numere întregi. De obicei, vitezele mai mici folosite în calculatoarele practice sunt 60 și 50 MHz, iar multiplicatorii fracționali sunt ceva obișnuit. Tabelul 3.5 prezintă factorii de multiplicare și vitezele de magistrală pentru modelele Pentium obișnuite.

**Tabelul 3.5** Viteze de magistrală și factori de multiplicare pentru cipurile Pentium.

| *Viteza cipului* | *Factor de multiplicare* | *Viteza magistralei* |
|---|---|---|
| 60 | 1x | 60 |
| 66 | 1x | 66 |
| 75 | 1,5x | 50 |
| 90 | 1,5x | 60 |
| 100 | 1,5x | 66 |
| 120 | 2x | 60 |
| 150 | 2,5x | 60 |
| 166 | 2,5x | 66 |
| 200 | 3x | 66 |

S-ar putea să întâlniți și alte valori în afara celor din tabelul de mai sus. De exemplu, pentru viteze de magistrală de 60 sau 50 MHz, un microprocesor Pentium cu viteza internă de 150 MHz poate funcționa cu un factor de multiplicare de 2,5 sau 3. Magistrala cu viteză mai mare va asigura performanțe mai bune pentru aplicații care implică folosirea intensivă a memoriei sau un număr mare de operații de intrare/ieșire.

Efectul factorului de multiplicare a vitezei de magistrală este și mai puternic asupra operațiilor de intrare/ieșire ce au loc pe magistrala de extensie PCI. În general, magistrala PCI operează la jumătate din viteza magistralei externe de memorie a microprocesorului. De exemplu, dacă viteza magistralei de memorie este de 66 MHz, magistrala PCI operează optim la 33 MHz. Ca urmare, microprocesoarele care folosesc magistrale externe la 50 MHz rulează magistralele PCI la 25 MHz, înmulțind dezavantajele datorate vitezei mici. Din cauza acestor probleme de sincronizare a magistralelor atașate la un microprocesor Pentium, mulți cumpărători ocolesc cipurile cu viteze interne mari, deoarece creșterea de performanță nu este în raport direct cu creșterea vitezei în megaherți – și nici cu diferența de preț impusă de Intel.

#### Aspecte fizice

Cipurile Pentium sunt vândute în capsule modeste, mici în comparație cu cartușele actuale, montate în sloturi, dar uriașe atunci când sunt comparate cu cipurile anterioare. Capsula Pentium de bază este un soclu ceramic PGA extins, de formă pătrată, cu latura de 2,16 inci și cu o grosime de 1,10 inci. În funcție de model, cipul are între 273 și 320 de pini.

O dată cu microprocesorul Pentium a apărut o preocupare majoră legată de proiectarea soclurilor, care s-a răspândit în întreaga industrie a calculatoarelor. De fapt, unul dintre soclurile proiectate pentru Pentium a devenit standard industrial și a condus la înființarea organizațiilor care să îl susțină.

Cipul original P5 avea propriile cerințe de instalare, din cauza magistralei de date de 64 de biți, pentru care nu era destul loc pe soclurile anterioare. Cei 273 de pini au încăput pe Soclul 4. Pentru modelul P54C a fost creat Soclul 5, pe care încăpeau cele 320 de conexiuni.

Folosirea unor socluri diferite reflectă diferența fundamentală dintre cele două cipuri Pentium. Cipurile mai vechi operează numai la tensiunea de 5 volți; noile cipuri au nevoie de 3,3 volți. Deoarece cele două cipuri folosesc socluri specifice – deși diferă printr-un singur pin – nu puteți să instalați, fără rezultate potențial distructive, un cip care operează la tensiune mică într-un soclu cu tensiune mare.

### Pentium OverDrive

Intel oferă cipuri de modernizare OverDrive pentru multe procesoare Pentium mai lente. Tabelul 3.6 prezintă lista microprocesoarelor OverDrive pe care Intel le oferă pentru diferite microprocesoare Pentium originale.

**Tabelul 3.6** Vitezele microprocesoarelor Pentium OverDrive

| *Viteza microprocesorului Pentium original (MHz)* | *Viteza microprocesorului Pentium OverDrive (MHz)* | *Soclul în care se instalează* |
|---|---|---|
| 60 | 120 | 4 |
| 66 | 133 | 4 |

*continuare*

**Tabelul 3.6** Continuare

| *Viteza microprocesorului Pentium original (MHz)* | *Viteza microprocesorului Pentium OverDrive (MHz)* | *Soclul în care se instalează* |
|---|---|---|
| 75 | 125 | 5 sau 7 |
| 90 | 150 | 5 sau 7 |
| 100 | 166 | 5 sau 7 |
| 120 | 180 | 5 sau 7 |
| 133 | 200 | 5 sau 7 |
| 150 | 180 | 5 sau 7 |
| 166 | 200 | 5 sau 7 |

Logica internă a cipurilor Pentium OverDrive este aceeași cu a cipurilor P54C și este construită folosind tehnologia de 0,35 microni. Diferențele sunt subtile, astfel încât cipurile să se potrivească cu sistemele existente. Circuitele de multiplicare a frecvenței de ceas sunt cablate intern, pentru a corespunde cu viteza de magistrală a cipului pe care îl înlocuiți, fără să fie necesară modificarea jumperelor sau a altor parametri de configurare ai PC-ului atunci când instalați un microprocesor Pentium OverDrive. Pentru a asigura răcirea corespunzătoare a cipurilor mai rapide și cu consum mai mare de energie, Intel a încapsulat microprocesoarele Pentium OverDrive cu ventilatoare și radiatoare încorporate. În plus, cipurile includ și circuite pentru reducerea tensiunii sau filtre, astfel încât să poată folosi sursele de alimentare ale calculatoarelor gazdă. Cipurile de modernizare pentru microprocesoarele Pentium la 60 și 66 MHz conțin un regulator care reduce tensiunea de 5 volți, furnizată de soclul microprocesorului Pentium mai vechi, la tensiunea de 3,3 volți, folosită de cipul OverDrive. Circuitele de filtrare încorporate în alte cipuri OverDrive asigură corespondența între logica internă și standardul de 3,3 volți sau sistemele cu tensiune redusă.

Nu toate PC-urile Pentium pot fi modernizate cu cipuri OverDrive. În particular, sistemele multiprocesor *nu* pot fi modernizate. PC-urile multiprocesor cu două cipuri Pentium nu vor mai funcționa corespunzător nici dacă înlocuiți ambele microprocesoare Pentium cu cipuri OverDrive.

## Procesor Pentium cu tehnologie MMX

În ianuarie 1997, firma Intel a lansat primul microprocesor Pentium cu îmbunătățiri MMX, care, în timpul dezvoltării, a purtat numele de cod *P55C*. Primul dintre aceste cipuri, pe care Intel l-a numit oficial *Pentium Processor with MMX Technology* (Procesor Pentium cu tehnologie MMX), opera la 166 sau 200 MHz, cu magistrală externă de 66 MHz. Modelul de bază al microprocesorului Pentium MMX este identic cu cel al microprocesorului P54C Pentium, cu două diferențe importante. Așa cum sugerează și numele, noul cip recunoaște setul de instrucțiuni MMX, care sunt tratate asemănător cu instrucțiunile pentru coprocesor. În plus, Intel a dublat dimensiunea memoriei cache primare integrată în cip, ajungând la 32 KB.

Prin prelucrarea mai multor blocuri de date în același timp, microprocesorul MMX poate îmbunătăți performanțele unei aplicații optimizate în acest sens cu până la 60%, conform declarațiilor celor de la Intel. Totuși, cu excepția îmbunătățirilor determinate de memoria cache mai mare, cipurile MMX *nu* îmbunătățesc performanțele programelor

convenționale. Pentru obținerea unor viteze maxime, cipul trebuie să execute instrucțiuni MMX, ceea ce înseamnă programe scrise cu astfel de instrucțiuni. Intel a lansat un program de certificare pentru identificarea produselor software care folosesc instrucțiuni MMX, astfel încât puteți recunoaște cu ușurință aplicațiile care pot beneficia de tehnologia MMX.

## Procesoare Mobile Pentium

Pentru a oferi libertate de mișcare ultimelor cipuri Pentium, Intel a reproiectat cipul Pentium cu tehnologie MMX în vederea operării cu consum redus și a creat microprocesorul Mobile Pentium cu tehnologie MMX. Spre deosebire de microprocesoarele destinate calculatoarelor desktop, posibilitățile de adresare ale acestui cip au fost mărite cu patru linii, ceea ce permite accesul direct la 64 GB de memorie fizică.

Primele cipuri Mobile Pentium MMX operau la 150 și 166 MHz. Un an mai târziu, introducerea tehnologiei de fabricație la 0,25 microni a permis reducerea tensiunii de operare, ceea ce a micșorat consumul de energie al cipurilor la 166 MHz și a ridicat viteza cipului la 266 MHz. Ulterior, în cursul anului 1998, Intel a lansat și o serie de versiuni intermediare.

## Pentium Pro

Cunoscut inițial sub numele de cod *P6*, Pentium Pro a marcat trecerea la microprocesoarele Intel din generația a șasea. Compania Intel a abordat o proiectare revoluționară, renunțând la arhitectura CISC tradițională în favoarea unui nucleu de tip RISC. Folosind propriile circuitele interne, microprocesorul transformă instrucțiunile Intel clasice în micro-operații care pot fi prelucrate în nucleul RISC, utilizând toate trucurile de proiectare specifice tehnologiei RISC pentru a obține viteze mai mari de prelucrare a codului. Intel a continuat să dezvolte aceeași logică de nucleu pentru procesoarele Pentium II și Pentium III, fiind de așteptat să fie ultimele modele care implementează arhitectura Intel clasică.

Microprocesorul Pentium Pro introduce un alt standard tehnologic pentru toate procesoarele Intel (cu excepția primelor modele Celeron), memoria cache secundară integrată. În cazul cipului Pentium Pro, memoria cache are 256 KB.

Deși integrarea cache-ului primar era un standard pentru microprocesoarele Intel încă de la introducerea cipului 486, în 1989, cache-ul secundar era o opțiune externă a cărei implementare era lăsată la latitudinea proiectanților de plăci de bază. Aceleași motive care fac o idee bună din integrarea cache-ului primar sunt valabile și pentru integrarea cache-ului secundar: conexiunile locale permit folosirea unor magistrale mai late și cu viteză mai mare, precum și folosirea unor protocoale mai eficiente. Principalul dezavantaj este complexitatea. Nucleul microprocesoarelor a împins întotdeauna fabricarea cipurilor de siliciu până la limită, având nevoie de cele mai mari fragmente de siliciu accesibile ca preț. Memoriile cache secundare implică fabricarea unor circuite simple, dar atât de multe, încât au nevoie de straturi mari de siliciu, la fel de mari ca și în cazul logicii de nucleu a microprocesoarelor. Combinarea celor două blocuri de circuite pe același substrat de siliciu nu a fost niciodată (și încă nu este) posibilă din punct de vedere tehnic și practic. Soluția găsită pentru Pentium Pro a fost folosirea, în aceeași capsulă, a două substraturi de siliciu conectate prin legături de mare viteză.

Nucleul RISC și memoria cache au oferit viteză microprocesorului Pentium Pro, dar proiectarea pe 32 de biți și logica de conversie s-au dovedit a fi un handicap. Deși execută cu mare viteză codul pe 32 de biți, cum ar fi sistemul de operare Windows NT, cipul Pentium Pro se mișcă greu atunci când rulează cod pe 16 biți, inclusiv popularul sistem de

operare Windows 95. Ca urmare, microprocesorul Pentium Pro a fost bine primit ca procesor pentru servere, dar nu a fost folosit pe scară largă pentru calculatoarele desktop.

**Prezentare generală**

Microprocesorul Pentium Pro introduce o tehnologie nouă pentru Intel, numită *execuție dinamică*. În limbajul standard al procesoarelor RISC, execuția dinamică indică o combinație de metode de executare prin regrupare și de tehnologii care permit aceste operații (predicția ramurilor, redenumirea regiștrilor și așa mai departe). Construit pornind de la cipul Pentium, microprocesorul Pentium Pro este superscalar și folosește prelucrarea prin supercanalizare.

La nivel software, Pentium Pro este aproape identic cu microprocesorul Pentium. Folosește aceleași instrucțiuni – având la bază setul de instrucțiuni recunoscut de 386 – cu o adăugire. Intel a adăugat o instrucțiune de *mutare condițională* (conditional move) care copiază conținutul unui registru în alt registru numai dacă este îndeplinită o anumită condiție (dacă indicatorul de condiție este activ). Noua instrucțiune permite programatorilor să evite ramificarea programelor. Deși logica de predicție a ramurilor a microprocesorului Pentium Pro funcționează cu o precizie de aproximativ 90%, predicțiile eronate pot reduce semnificativ performanțele cipului. Reducerea numărului de ramuri permite evitarea problemei. Desigur, programele care folosesc această instrucțiune sunt executate corect numai de microprocesoarele Pentium Pro și de succesoarele acestora.

În sens strict, microprocesorul P6 este un cip RISC, caracterizat printr-o logică extinsă de conversie a instrucțiunilor Intel clasice într-o formă mai ușor de prelucrat de către circuitele RISC. Microprocesorul preia o parte dintre funcțiile cu optimizare, integrându-le pe cipul de siliciu.

Modelul hardware al microprocesorului Pentium Pro duce mai departe inovațiile tehnologice folosite în primele cipuri Pentium. Cipul Pentium Pro conține unsprezece unități de prelucrare individuale și la fiecare impuls de ceas poate trimite instrucțiuni către cinci dintre acestea, datorită metodelor de execuție dinamică. În timpul rulării programelor obișnuite, microprocesorul Pentium Pro execută în medie trei instrucțiuni la fiecare ciclu de ceas. Canalul de prelucrare paralelă are 12 niveluri, împărțite în trei secțiuni: o secțiune de extragere la rând/decodificare, o secțiune de executare prin regrupare/livrare și o secțiune de retragere la rând.

Probabil cea mai interesantă caracteristică a microprocesorului Pentium Pro este faptul că a fost proiectat pentru viitor, nu pentru a păstra compatibilitatea cu trecutul. În 1990, atunci când au pus bazele proiectării microprocesorului Pentium Pro, inginerii de la Intel și-au imaginat că, până la lansarea cipului, în 1995, lumea software va fi migrat deja către aplicațiile și sistemele de operare pe 32 de biți. O consecință a acestui concept de proiectare este faptul că microprocesorul Pentium Pro manifestă un handicap substanțial de performanță atunci când rulează instrucțiuni pe 16 biți (ca să nu mai vorbim de cele pe 8 biți). Pentru prelucrarea acestor instrucțiuni microprocesorul Pentium Pro renunță la execuția dinamică și prelucrează instrucțiunile în ordine strictă, cu întârzierile de rigoare. În cazul executării codului pe 16 biți, microprocesorul Pentium Pro nu poate depăși un cip Pentium obișnuit (și uneori poate fi chiar mai lent).

**Proiectare**

O singură privire este de ajuns pentru identificarea microprocesorului Pentium Pro. În locul unui cip pătrat, veți vedea un gigant dreptunghiular. Această capsulă a fost numită de firma Intel *modul multi-cip* (multi-chip module – MCM) sau *capsulă PGA cu cavitate dublă* (dual-cavity PGA pin-grid array), deoarece conține două fragmente distincte de siliciu – microprocesorul propriu-zis și memoria cache secundară. De remarcat este faptul că acest model are mai mulți pini decât oricare alt microprocesor Intel și impune folosirea unui alt soclu, numit Soclul 8 (despre care am discutat mai devreme).

Pe cipul microprocesorului din capsula Pentium Pro sunt integrate elemente echivalente cu 5,5 milioane de tranzistoare. Aproximativ 4,5 milioane sunt dedicate microprocesorului propriu-zis. Celălalt milion de tranzistoare formează circuitele cache-ului primar al microprocesorului, cu un spațiu total de 16 KB, împărțit în două secțiuni separate de câte 8 KB, una pentru instrucțiuni și una pentru date. În comparație cu microprocesoarele RISC „adevărate“, Pentium Pro folosește de două ori mai multe tranzistoare. Tranzistoarele suplimentare sunt folosite pentru circuitele care transformă instrucțiunile în micro-operații compatibile RISC.

Memoria cache secundară este integrată pe un fragment separat de siliciu, aflat în cealaltă cavitate a capsulei MCM. Circuitele acesteia implică alte 15,5 milioane de tranzistoare și lucrează la aceeași viteză ca și logica de nucleu a microprocesorului Pentium Pro.

Cache-ul secundar este legat cu logica de nucleu a microprocesorului printr-o magistrală dedicată de 64 de biți, numită *magistrală internă* (back-side bus), separată și diferită de magistrala de 64 de biți care leagă microprocesorul de memoria principală, numită *magistrală externă* (front-side bus). Magistrala internă operează la viteza internă a microprocesorului, în timp ce magistrala externă operează doar la o fracțiune din această viteză.

La prima vedere, proiectarea magistralei Pentium Pro pare să fie identică cu cea a microprocesorului Pentium – adresare pe 32 de biți, cale de date de 64 de biți și frecvență maximă de ceas de 66 MHz. Totuși, dincolo de aparențe, Intel a îmbunătățit modelul de proiectare, trecând la o tehnologie numită *protocol de tranzacție împărțită* (split-transaction protocol). În timp ce microprocesorul Pentium (și, de fapt, toate microprocesoarele Intel create anterior) controlează accesul la memorie sub forma unui proces cu două etape – într-un ciclu de ceas cipul trimite adresa pe magistrala de adrese, iar în următorul ciclu de ceas citește datele de pe magistrala de date – microprocesorul Pentium Pro poate plasa o adresă pe magistrala de adrese, în timp ce citește de pe magistrala de date informațiile cerute prin adresa anterioară. Deoarece magistralele de date și de adrese folosesc linii diferite, cele două operații se pot face simultan. Ca urmare, viteza efectivă de lucru a magistralei se dublează, fără nici o creștere a frecvenței de ceas.

Interfața internă de magistrală a microprocesorului Pentium Pro este proiectată pentru sistemele multiprocesor. Pot fi conectate direct, pin la pin, până la patru cipuri Pentium Pro, fără să fie necesare alte circuite de suport. Combinația este arbitrată de setul de cipuri al PC-ului.

**Operare**

Într-un microprocesor Pentium Pro, prelucrarea începe în momentul în care bufferul de 8 KB pentru instrucțiuni încarcă un cod într-unul dintre *decodificatoarele de instrucțiuni*, care transformă setul clasic de instrucțiuni Intel x86 în micro-operații, în vederea

prelucrării lor în restul cipului. Aceste decodificatoare nu sunt identice. Două dintre ele, numite *decodificatoare limitate* sau decodificatoare simple, nu prelucrează decât instrucțiunile care pot fi transformate direct într-o singură micro-operație. Celălalt, *decodificatorul general*, sau decodificatorul complex, poate manipula instrucțiunile x86 mai complexe, care sunt transformate în patru sau mai puține micro-operații. Instrucțiunile complexe – și, în special, cele care lucrează direct cu memoria – trebuie să fie prelucrate de decodificatorul general. Programele care fac adeseori referiri directe ale memoriei (așa cum se întâmplă în cazul multor aplicații DOS mai vechi) dezavantajează modelul decodificatorului cu mai multe segmente al microprocesorului Pentium Pro. Unele instrucțiuni x86 sunt prea complexe chiar și pentru decodificatorul general și sunt transmise unui *secvențiator de instrucțiuni*. Operând la capacitate maximă, cu cod care le satisface perfect cerințele, cele trei decodificatoare pot genera șase micro-operații la fiecare impuls de ceas (câte una de la fiecare decodificator simplu și patru de la decodificatorul general). În timpul prelucrării unui cod mai puțin perfect – un flux obișnuit de instrucțiuni – sunt generate cam trei micro-operații la fiecare ciclu de ceas.

Ca și în cazul instrucțiunilor procesoarelor RISC adevărate, toate micro-operațiile generate de Pentium Pro au aceeași lungime, 118 biți, și sunt structurate astfel încât să includă atât sursa, cât și destinația, ca valori pe 32 de biți. Conform celor declarate de firma Intel, instrucțiunile x86 clasice sunt convertite, în medie, în 1,5-2 micro-operații.

Pe măsură ce sunt generate de decodificatoare, micro-operațiile sunt transmise unui *buffer de reordonare* (re-order buffer). Pe lângă faptul că reprezintă un rezervor de micro-operații, din care se alimentează canalele de prelucrare ale microprocesorului, bufferul de reordonare păstrează și un jurnal cu ordinea exactă în care apar instrucțiunile. Ulterior, după ce instrucțiunile sunt prelucrate prin regrupare în canalele de prelucrare, microprocesorul Pentium Pro folosește acest jurnal ca să refacă secvența corectă de instrucțiuni, înainte de a trimite rezultatele în regiștrii vizibili. În cipurile Pentium Pro curente, bufferul de reordonare poate stoca până la 40 de intrări, fiecare de 256 de biți. Fiecare intrare poate conține o micro-operație, împreună cu doi operanzi, rezultatul prelucrării fiecărei micro-operații și informații privind alte modificări pe care le poate aduce executarea micro-operației (biți de stare). La fiecare impuls de ceas, bufferul de reordonare poate pregăti pentru prelucrare cel mult trei micro-operații și poate accepta alte trei micro-operații prelucrate, în vederea reordonării.

Bufferul de reordonare controlează și procesul de redenumire a regiștrilor. El stabilește registrul folosit de microprocesor pentru executarea unei anumite micro-operații, alocând regiștrii interni mascați, pentru a împiedica stagnarea fluxului de prelucrare atunci când apare un conflict între cererile de regiștri în timpul executării prin regrupare a instrucțiunilor. Microprocesorul Pentium Pro asigură 40 de regiștri pentru procesul de redenumire.

Pe măsură ce decodificatoarele de instrucțiuni transmit micro-operațiile bufferului de reordonare, le trimit și către *stația de rezervare*. Această secțiune a microprocesorului Pentium Pro are două funcții principale. În primul rând, reprezintă o cale prin care micro-operațiile sunt transmise către o unitate de execuție corespunzătoare, atunci când aceasta devine disponibilă. În alt doilea rând, acționează ca un al doilea buffer, cu posibilitatea de a stoca 20 de micro-operații, împreună cu datele corespunzătoare acestora. În acest fel, sunt evitate situațiile în care procesoarele nu au ce instrucțiuni să execute sau în care decodificatoarele nu mai pot prelucra instrucțiuni, deoarece procesoarele sunt complet angajate.

Stația de rezervare este conectată la cinci porturi, legate de șase *unități de execuție* care realizează, de fapt, manipularea datelor. Cele șase unități de execuție includ două unități pentru numere întregi, o unitate în virgulă mobilă, o unitate de salt și două unități de generare a adreselor (una pentru stocare și una pentru încărcare). Porturile sunt împărțite inegal între cele șase unități: unitatea de stocare are două porturi, unitatea de încărcare un port iar celelalte patru folosesc, în comun, ultima pereche de porturi. Prin aceste porturi, stația de rezervare poate transmite la fiecare ciclu de ceas până la cinci micro-operații. Pentru un cod tipic, la fiecare ciclu de ceas sunt transmise cam trei micro-operații.

După ce o micro-operație a fost prelucrată într-o unitate de execuție, este retransmisă bufferului de reordonare. Rezultatele sunt stocate în aceeași intrare în care a fost stocată micro-operația înainte de a fi transmisă în vederea executării. Cele 40 de intrări pot fi actualizate în orice ordine. Prima micro-operație executată este prima rescrisă în buffer.

Pentru reordonarea fluxului de instrucțiuni, microprocesorul Pentium Pro citește succesiv bufferul de reordonare, ca și cum ar fi o buclă. Atunci când găsește o instrucțiune care a fost executată corect, transmite rezultatul către următorul nivel al canalului de prelucrare și eliberează intrarea din bufferul de reordonare. Intrarea este imediat refolosită, fiind încărcată cu următoarea micro-operație generată de decodificatoare (care sunt cu aproximativ 40 de instrucțiuni mai departe în codul programului). Dacă, la citirea bufferului de reordonare, următoarea instrucțiune nu este încă gata, sistemul așteaptă terminarea acesteia, deoarece, în acest punct, instrucțiunile trebuie să fie în ordine. Cu alte cuvinte, microprocesorul stagnează. Atunci când micro-operația executată este în sfârșit scrisă în buffer, intrarea respectivă este imediat golită și reîncărcată.

Pe măsură ce micro-operațiile sunt extrase din buffer, rezultatele sunt scrise în regiștrii compatibili x86 în care programul se așteaptă să le găsească. Rezultatele pot fi apoi transmise sistemului și memoriei, prin intermediul cache-urilor primar și secundar.

## Pentium II

Microprocesorul Intel Pentium II pornește, în esență, de la aceeași logică de nucleu ca și microprocesorul Pentium Pro (Intel clasifică ambele cipuri în familia de procesoare P6), ceea ce îl face, în mod oficial, un procesor din generația a șasea, bazat pe un nucleu RISC. Pe această fundație, microprocesorul Pentium II adaugă unele îmbunătățiri care îi oferă un avantaj de performanță la rularea programelor actuale.

Modelul P6 nu impune schimbări majore în logica nucleului RISC al procesorului. Îmbunătățirile introduse la trecerea de la Pentium Pro la Pentium II (și apoi la Pentium III) implică doar unele modificări în logica de interfață care convertește instrucțiunile vechii arhitecturi Intel în cod RISC.

Principalele aspecte care diferențiază cipurile Pentium II sunt adăugarea tehnologiei MMX și un nou tip de încapsulare, folosind un cartuș SEC (Single Edge Contact). Soclul în care se instalează cartușul se numește Slot 1.

Ca și Pentium Pro, microprocesorul Pentium II are atât un cache primar de 32 KB (16 KB pentru date și 16 KB pentru instrucțiuni), operând la frecvența de ceas a microprocesorului, cât și un cache secundar (512 KB pentru Pentium II), înglobat în capsula microprocesorului și legat printr-o magistrală dedicată de 64 de biți. Spre deosebire de Pentium Pro, modulul Pentium II conține o placă de circuite pe care sunt montate capsulele separate ale componentelor, inclusiv nucleul procesorului (care înglobează cache-ul primar) și cipuri

individuale pentru cache-ul secundar. Ca urmare a acestui mod de aranjare, cache-ul secundar lucrează la jumătate din viteza logicii de nucleu a microprocesorului Pentium II. Viteza mai mică este, desigur, un handicap. A fost o soluție de proiectare, deoarece reduce costul tehnologiei, permițând firmei Intel să folosească memorii cache comerciale (de la alți producători, cel puțin inițial) într-o capsulă mai ieftină.

Pentru creșterea performanțelor, microprocesorul Pentium II încorporează multe concepte RISC. Printre acestea se numără execuția dinamică (incluzând executarea prin regrupare și executarea speculativă) și posibilitatea de a decodifica până la trei instrucțiuni și de a executa până la patru instrucțiuni la fiecare ciclu de ceas. Nucleul din generația a șasea a cipului Pentium II poate să execute simultan două instrucțiuni MMX în canalele de prelucrare separate, fiecare cu câte 12 niveluri. Această capacitate ar trebui să-i ofere un avantaj substanțial față de alte microprocesoare, în cazul executării aplicațiilor multimedia care folosesc instrucțiuni MMX. Deoarece atât tehnologia MMX, cât și arhitectura pe 32 de biți a microprocesorului Pentium Pro necesită scrierea unor programe specializate, care să beneficieze de aceste avantaje, nu există nici o îndoială că mulți producători de software vor exploata în creațiile lor aceste caracteristici. După ce astfel de programe vor deveni disponibile, nu vă veți mai uita înapoi către lumea pe 16 biți, iar performanțele pe 16 biți ale microprocesorului Pentium Pro vor fi precum muzica disco, ceva care prezintă interes doar pentru istorici, cu prea puțină relevanță pentru momentul actual.

Deși microprocesorul Pentium II poate să adreseze până la 64 GB de memorie, cache-ul secundar are acces numai la 512 MB. Din fericire, această dimensiune este destul de mare pentru a depăși capacitatea utilă a PC-urilor actuale, deoarece cele mai multe sunt limitate la 384 MB de seturile de cipuri.

## Mobile Pentium II

Pentru a aduce puterea procesorului Pentium II în calculatoarele notebook, Intel a reproiectat cipul destinat sistemelor desktop, reducând consumul de energie și schimbând modul de încapsulare pentru a permite instalarea în sistemele de dimensiuni mai mici. Cipul rezultat păstrează puterea de prelucrare a microprocesorului Pentium II, sacrificând numai suportul pentru sistemele multiprocesor. Reducerea consumului de energie s-a făcut prin două modificări. Logica de nucleu a cipului Mobile Pentium II este proiectată specific pentru a opera la tensiuni scăzute și este astfel construită încât să funcționeze bine în condițiile folosirii unor tensiuni externe mai mari. De asemenea, microprocesorul încorporează un set îmbogățit de moduri pentru gestionarea energiei, incluzând un mod de pornire rapidă (Quick Start) care, în esență, oprește complet cipul, cu excepția logicii care monitorizează activitatea pe magistrală, prin puntea PCI, și care permite „trezirea“ cipului atunci când este nevoie. Deoarece nu permite monitorizarea activității unui alt procesor, acest mod de proiectare împiedică folosirea cipului Mobile Pentium II în sisteme multiprocesor. De asemenea, cipul Mobile Pentium II poate să deconecteze ceasul memoriei cache în timpul perioadelor de inactivitate sau al stărilor Quick Start.

Microprocesorul Mobile Pentium II are aceeași logică de nucleu P6 ca și celelalte cipuri din familia Pentium II și are posibilitatea de a prelucra simultan două instrucțiuni MMX. Pentru asigurarea corespondenței cu sistemul de memorie, mai lent, microprocesorul Mobile Pentium II are atât un cache primar de 32 KB (16 KB pentru date și 16 KB pentru instrucțiuni), care operează la viteza logicii de nucleu, cât și un cache secundar de 512 KB, care operează la jumătate din frecvența ceasului și este înglobat în minicartușul microprocesorului.

Ca și microprocesorul Pentium II, cipul Mobile Pentium II încorporează multe concepte RISC pentru creșterea performanței. Printre acestea se numără execuția dinamică (incluzând execuțarea prin regrupare și executarea speculativă) și posibilitatea de a decodifica până la trei instrucțiuni și de a executa până la patru instrucțiuni la fiecare ciclu de ceas. Cipul Mobile Pentium II are două canale de prelucrare, fiecare cu câte 12 niveluri, ambele având posibilitatea să execute instrucțiuni MMX, și o unitate integrată în virgulă mobilă pe 80 de biți.

Spre deosebire de Pentium II, pentru cipul mobil raportul dintre ceasul logicii de nucleu și ceasul magistralei este stabilit în timpul fabricării. Modelele Mobile Pentium II actuale operează cu o magistrală externă la 66 MHz.

Deși Mobile Pentium II poate adresa direct până la 64 GB de memorie, cache-ul secundar integrat de 512 KB acoperă numai 512 MB.

## Pentium II Celeron

Lansat în 1998, Celeron a fost procesorul Intel de nivel scăzut derivat din microprocesorul Pentium II. Deși avea același nucleu de procesor ca și cel mai bun cip Intel al momentului (Pentium II din a doua generație, proiectat la 0,45 microni), Intel a redus costurile de fabricare a cipului eliminând memoria cache de nivel doi de 512 KB din cartușul Pentium II.

De asemenea, compania a optat pentru scăderea costurilor de încapsulare prin eliminarea carcasei exterioare de metal a cipului Pentium II, lăsând descoperită placa de circuite a microprocesorului Celeron. În plus, cartușul Celeron nu are nici placa termală a microprocesoarelor Pentium II, nici dispozitivele de fixare în slot. Intel numește SEP (Single Edge Processor) capsula microprocesorului Celeron, pentru a o deosebi de cartușul SEC (Single-Edge Cartridge) folosit de microprocesorul Pentium II.

În 1999, Intel a introdus un nou mod de încapsulare pentru cipurile Celeron, sub forma unei matrice de plastic cu pini (PPGA – plastic pin-grid array), care arată ca un Pentium din prima generație, dopat cu steroizi. Capsula are 370 de pini și corespunde cu soclul Intel PGA370. Cipul este un pătrat cu latura puțin mai mică de doi inci (nominal, 49,5 milimetri) și grosimea de trei milimetri, fără pini, care măresc grosimea cu încă trei milimetri (de fapt, specificațiile precizează o lungime între 3,05 și 3,30 milimetri).

Atunci când a fost lansat cipul Celeron, absența memoriei cache a afectat într-o asemenea măsură performanțele, încât firma Intel a fost forțată de presiunile pieței să-și revizuiască modelul. În 1998, Intel a adăugat la cipul Celeron un cache de 128 KB, care opera la jumătate din viteza nucleului. În același timp, Intel a modernizat logica de nucleu a cipului, trecând la tehnologia de fabricare la 0,25 microni.

Diferențele dintre primele cipuri Celeron sunt date atât de viteză, cât și de nomenclatură. Primele modele Celeron rulau la 266 MHz și nu aveau memorie cache secundară integrată. Același lucru este valabil și pentru cipurile la 300 MHz din prima generație. Cele mai lente cipuri din modelul revizuit rulează la 300 MHz. Pentru a le distinge de cipurile anterioare, fără cache, Intel le-a numit 300A. Toate cipurile Celeron mai rapide de 300 MHz au cache secundar.

Cunoscătorii se referă, uneori, la cipurile Celeron fără cache folosind numele de cod, *Covington*. Cipurile revizuite aveau numele de cod Mendocino. Ambele cipuri recunosc setul de comenzi MMX, dar nici unul nu integrează setul de comenzi Streaming SIMD Extensions.

Toate cipurile Celeron includ același cache primar de 32 KB al liniei Pentium II, dedicat jumătate pentru date și jumătate pentru cod. Totuși, spre deosebire de modelul Pentium II, Intel a integrat cele 12 milioane de tranzistoare ale cache-ului secundar chiar pe plăcuța de siliciu a microprocesorului. Conform celor de la firma Intel, viteza cache-ului secundar este „scalată" cu viteza logicii de nucleu. Surse externe susțin că viteza cache-ului secundar este aceeași cu viteza logicii de nucleu.

O altă diferență între cipurile Celeron și seriile de procesoare mai scumpe constă în limitarea vitezei magistralei externe la 66 MHz. Această soluție reduce costul memoriei, în conformitate cu scopul de proiectare a cipului, dar compromite performanțele. Factorii de multiplicare a vitezei de magistrală sunt ficși. Tabelul 3.7 prezintă multiplicatorii de viteză folosiți pentru diferite viteze ale cipurilor Celeron.

**Tabelul 3.7** Factori de multiplicare a vitezei de magistrală folosiți pentru cipurile Celeron

| *Viteza nucleului* | *Viteza magistralei externe* | *Factor de multiplicare* |
|---|---|---|
| 266 MHz | 66 MHz | 4 |
| 300 MHz | 66 MHz | 4,5 |
| 333 MHz | 66 MHz | 5 |
| 366 MHz | 66 MHz | 5,5 |
| 400 MHz | 66 MHz | 6 |
| 433 MHz | 66 MHz | 6,5 |
| 466 MHz | 66 MHz | 7 |

Intel limitează memoria RAM fizică adresată de microprocesorul Celeron la 4 GB. Cele patru semnale mai semnificative din magistrala de adrese, folosite de cipurile Pentium II și Pentium III pentru a adresa până la 64 GB, lipsesc din configurația de pini a microprocesorului Celeron. Aceasta nu este o limitare gravă, deoarece nici un set de cipuri disponibil pentru Pentium II sau Pentium III nu permite adresarea directă a mai mult de 1 GB de memorie RAM.

În plus, cipurile Celeron nu asigură suportul pentru operarea multiprocesor. Nici aceasta nu este o limitare importantă pentru sistemele desktop, dar elimină microprocesorul Celeron de pe piața serverelor de mare performanță.

Microprocesorul Pentium III are trei avantaje de performanță față de Celeron: cache secundar mai mare, viteză mai mare a magistralei externe și setul de instrucțiuni Streaming SIMD Extensions. (Microprocesoarele Pentium II au doar primele două dintre aceste avantaje.) La aceeași frecvență de ceas, microprocesoarele Pentium III (și Pentium II) asigură performanțe ceva mai bune, dar o mare parte din diferență este mascată, de obicei, de alte aspecte ale calculatoarelor reale.

## Pentium II Xeon

În 1998, Intel a încercat să separe microprocesoarele de mare performanță de linia economică. În acest proces, compania a creat cipul Xeon, un microprocesor Pentium II îmbunătățit cu o memorie cache cu viteză mai mare, operând la aceeași frecvență de ceas ca și logica de nucleu a cipului.

În esență, Xeon este un microprocesor pe 32 de biți, cu magistrală de date de 64 de biți, la fel ca toate procesoarele din seria Pentium. Magistrala de adrese permite accesul

direct la cel mult 64 GB de memorie RAM. Logica internă a cipului permite conectarea a până la patru cipuri Xeon, fără circuite externe, pentru formarea unor sisteme multiprocesor puternice.

Ca procesor din generația a șasea, Xeon este un cip Pentium Pro derivat prin standardul Pentium II. Încorporează două canale de prelucrare cu 12 niveluri și microarhitectură de execuție dinamică.

Microprocesorul Xeon încorporează două niveluri cache. Cache-ul primar de 32 KB este integrat pe același cip cu logica de nucleu, fiind împărțit în 16 KB pentru instrucțiuni și 16 KB pentru date. În plus, un cache secundar face parte din modulul procesorului Xeon, dar este montat pe substratul cartușului, separat de nucleul procesorului. Acest mod de proiectare oferă mai multă flexibilitate pentru configurarea microprocesorului Xeon. Cipurile actuale sunt echipate cu memorii cache de nivel doi de 512 KB sau 1 MB, dar arhitectura și modelul slotului permit creșterea cache-ului secundar până la 2 MB. Cache-ul integrat operează la aceeași viteză cu logica de nucleu a microprocesorului.

Cipurile Xeon au nevoie de o nouă interfață, etichetată Slotul 2 de Intel.

Viteza de nucleu a cipurilor Xeon a pornit de la nivelul la care s-a oprit Pentium II (în momentul respectiv), adică 400 MHz, și a mers împreună cu Pentium II până la 450 MHz.

Magistrala externă a microprocesorului Xeon a fost proiectată inițial pentru operarea la 100 MHz, deși viteze mai mari sunt posibile și de așteptat. Un set de contacte de pe cartușul SEC permit plăcii de bază să ajusteze factorul de multiplicare care determină raportul dintre viteza magistralei externe și viteza logicii de nucleu.

Independența dintre logica de nucleu și memoria cache este accentuată de cerințele de alimentare ale microprocesorului Xeon. Fiecare secțiune folosește un nivel propriu de tensiune. Proiectarea cipului Xeon oferă celor de la Intel flexibilitate cu privire la cerințele de alimentare, printr-o schemă specială de codificare. Un set de pini indică tensiunile de alimentare pentru logica de nucleu și pentru memoria cache, iar cipul așteaptă ca placa de bază să determine cerințele de alimentare și să îi furnizeze tensiunile corespunzătoare. Nucleul procesorului Xeon poate lucra la tensiuni între 1,8 și 2,1 volți (nivelul cerut de primele cipuri). Cache-ul poate lucra cu tensiuni de până la 2,8 volți. Nominal, Xeon este un cip la 2 volți.

Luând în considerare toate aceste aspecte, microprocesorul Xeon este optimizat pentru stații de lucru sau servere și asigură suportul pentru instalarea a cel mult patru cipuri identice în același calculator.

## Pentium II OverDrive

Pentru a oferi o modalitate de modernizare a sistemelor echipate inițial cu microprocesoare Pentium Pro, Intel a dezvoltat o nouă linie de cipuri OverDrive cu înlocuire directă. Cipurile *Pentium II OverDrive* se instalează în același Soclu 8, cu forță de inserare zero, ca și cipurile Pentium Pro, așa că puteți să scoateți cipul vechi și să introduceți unul nou. Sistemele duale pot să folosească două cipuri de modernizare OverDrive. Totuși, Intel avertizează că unele sisteme necesită modernizarea codului BIOS pentru a folosi cipurile OverDrive.

Cipurile de modernizare oferă versiunea îmbunătățită a microprocesoarelor Pentium II (ceea ce înseamnă operare mai bună pe 16 biți) și frecvențe de ceas mai mari. În plus, cipul OverDrive are un avantaj de performanță față de cipurile Pentium II obișnuite care

operează la aceeași viteză; cache-ul secundar de 512 KB al cipului OverDrive operează la viteza logicii de nucleu, nu la jumătate din viteză, așa cum se întâmpla în cazul cipurilor Pentium II.

Intel oferă două modele Pentium II OverDrive pentru modernizarea celor patru versiuni Pentium Pro. Microprocesoarele Pentium Pro la 150 și 180 MHz (cele care operează cu magistrală de date la 60 MHz) sunt actualizate de un Pentium II OverDrive la 300 MHz. Microprocesoarele Pentium Pro la 166 și 200 MHz (cu magistrală de date la 66 MHz) sunt actualizate de un Pentium II OverDrive la 333 MHz.

## Pentium III

Anunțat în ianuarie 1999 și lansat oficial la 26 februarie 1999, Pentium III a fost primul cip din cea mai nouă generație de microprocesoare Intel. Având numele de cod *Katmai* în timpul dezvoltării, noul cip se remarcă, în primul rând, pentru adăugarea setului de instrucțiuni SSE la repertoriul Intel. SSE este un acronim compus, provenind de la Streaming SIMD Extensions, unde SIMD este acronimul pentru Single Instruction, Multiple Data. Tehnologia SIMD permite unei singure instrucțiuni să opereze asupra mai multor octeți sau cuvinte (sau chiar asupra unor blocuri mai mari de date). Pentru microprocesorul Pentium III, SSE (numit anterior KNI, de la Katmai New Instructions) este un set de 70 noi coduri SIMD de instrucțiuni, care permit programelor să specifice cu o singură comandă funcții elaborate de prelucrare tridimensională.

Spre deosebire de extensiile MMX, care nu adaugă noi regiștri la modelul Pentium de bază, ci doar reproiectează regiștrii unității în virgulă mobilă pentru funcțiile multimedia, extensiile Streaming SIMD create de Intel adaugă noi regiștri în arhitectura Intel, ridicând numărul total de tranzistoare din logica de nucleu a cipului la peste 9,5 milioane.

În esență, Pentium III folosește aceeași logică de nucleu ca și cipurile Pentium II anterioare. Versiunile inițiale folosesc aceeași tehnologie de fabricare, la 0,25 microni, ca și cipurile anterioare, deși Intel planifică să treacă rapid la o tehnologie mai nouă, la 0,18 microni. Primele versiuni comerciale ale microprocesorului Pentium III au apărut la 450 și 500 MHz, trecerea la noua tehnologie de fabricare ridicând viteza cipului la 600 MHz și chiar mai mult. Cipul se instalează în același Slot 1 ca și Pentium II.

Cel mai controversat aspect al microprocesorului Pentium III a fost numărul de serie intern. Codificat în cip, acest număr este unic pentru fiecare microprocesor individual. Inițial, Intel a prevăzut ca o singură comandă – inclusiv o interogare de la un sit Web aflat la distanță – să determine cipul să-și trimită numărul de serie pentru identificare (a cipului, a calculatorului în care se află și a proprietarului). Intel a considerat că această caracteristică va îmbunătăți securitatea în Internet și va permite companiei să-și urmărească produsele și să detecteze contrafacerile. Grupurile de consumatori au văzut în această „caracteristică" un atentat la intimitate și, sub amenințarea boicotului, Intel și-a schimbat politica. Pentru primele serii de produse, cipurile Pentium III, în mod prestabilit, vor pune la dispoziție informațiile de identificare, dar în următoarele serii, informațiile de identificare vor fi dezactivate, iar numărul de serie va deveni accesibil numai în urma lansării unei comenzi software specifice. Accesibilitatea la numărul de serie al cipului va fi, probabil, o caracteristică a codului BIOS din PC-urile care folosesc cipuri Pentium III.

## Pentium III Xeon

Pentru a adăuga setul de instrucțiuni Streaming SIMD Extensions produselor destinate echipării serverelor, pe 17 martie 1999 Intel a lansat microprocesorul Pentium III Xeon. Ca și în cazul cipurilor Pentium III standard, principala modificare este adăugarea noilor

instrucțiuni, dar la aceasta se adaugă și trecerea la o tehnologie de fabricare mai fină. Ca rezultat, primele cipuri Xeon au pornit de la 500 MHz. La această viteză, Intel oferă cipuri cu cache secundar integrat de 512 KB, 1 MB sau 2 MB, operând la viteza logicii de nucleu. Pentru aprilie[1] a fost promisă o versiune la 550 MHz, cu memorie cache de 512 KB, urmată de versiuni cu cache de 1 MB și 2 MB în septembrie. Noul cip, care poate fi instalat în Slotul 2, încorporează și caracteristica de furnizare a numărului serial hardware, introdusă o dată cu cipurile Pentium III.

## Advanced Micro Devices

Ani de zile, microprocesoarele AMD au fost, în cel mai bun caz, un curent secundar pe piața PC-urilor. O dată cu apariția PC-urilor ieftine, cipurile AMD au început să iasă la suprafață. Din momentul în care prețurile calculatoarelor au scăzut sub 500$, orice dolar din prețul microprocesorului a devenit important. Costul mai mic al cipurilor AMD și acceptarea din ce în ce mai largă pe piață au făcut din linia de cipuri K6 o opțiune preferată pentru calculatoarele de nivel scăzut. AMD speră să-și mențină sau să-și crească prezența pe piață o dată cu lansarea noului model, K7, care promite să țină pasul cu microprocesorul Pentium III.

### K5

Spre deosebire de 5x86, construit pe baza unui nucleu CISC tradițional, pentru proiectarea propriului produs de nivel Pentium, K5, firma AMD a adoptat aceeași tactică folosită de Intel pentru microprocesorul Pentium Pro. Cipul este construit în jurul unui nucleu RISC și folosește o logică de translație, care transformă instrucțiunile Intel în operații RISC echivalente. Cipul a fost numit K5 în timpul dezvoltării, a fost lansat pe piață sub numele AMD K5. Către sfârșitul anului 1996, cipul a fost rebotezat K5, nume păstrat până astăzi.

Deși ideea care stă la baza eforturilor firmei AMD seamănă cu cele ale firmelor Intel și NexGen, implementarea este foarte diferită. Spre deosebire de cipurile de nivel Pentium, bazate pe tehnologia RISC, produse de NexGen și Intel, microprocesorul K5 este compatibil la nivel de soclu cu cipurile Pentium actuale. Ca urmare, controlul memoriei cache secundare este lăsat în seama circuitelor externe, iar unitatea în virgulă mobilă este integrată în cipul K5. Logica de nucleu a unității în virgulă mobilă inclusă în microprocesorul K5 este similară cu cea dezvoltată pentru microprocesorul AMD 29000 RISC.

În microprocesorul K5, prelucrarea programelor începe într-un decodificator de instrucțiuni care transformă instrucțiunile Intel în comenzi RISC cu lungime fixă, ce pot fi prelucrate mai eficient, fiecare într-un singur ciclu de ceas. Uniformitatea instrucțiunilor permite microprocesorului K5 să încarce un canal de prelucrare cu șase niveluri, care poate prelucra simultan patru instrucțiuni. Cele șase niveluri includ două procesoare pentru numere întregi, un procesor în virgulă mobilă, două unități de încărcare/stocare și o unitate pentru ramificări.

Deși firma AMD se aștepta ca proiectul folosit să permită cipului K5 să ruleze programele cu 30% mai repede decât un Pentium la aceeași frecvență de ceas, performanțele cipurilor comerciale s-au dovedit a fi sub așteptări. Cipurile AMD nu au putut egala decât performanțele unui Pentium la 133 MHz, ceea ce le ține în afara pieței profitabile a microprocesoarelor de mare performanță.

---

1 Informațiile se referă la anul 1999, versiunea originală a cărții apărând în august 1999.

Ca și în cazul cipurilor Pentium, viteza magistralei externe a cipului K5 poate fi programată să lucreze la o fracțiune (jumătate, două treimi sau o unitate) din viteza ceasului intern. Modelele actuale ale microprocesorului K5 operează intern la viteze de 1,5 sau de 2 ori mai mari decât viteza magistralei externe. Programarea multiplicatorului de ceas se face cu ajutorul a doi pini. Tabelul 3.8 prezintă lista multiplicatorilor de viteză folosiți de cipurile K5.

**Tabelul 3.8** Relațiile dintre vitezele microprocesoarelor K5

| *Codul modelului* | *Viteza cipului* | *Multiplicator* | *Viteza magistralei* | *Raport față de Pentium* |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 75 | 1,5 | 50 | P75 |
| 0 | 90 | 1,5 | 60 | P90 |
| 0 | 100 | 1,5 | 66 | P100 |
| 1 | 90 | 1,5 | 60 | P120 |
| 1 | 100 | 1,5 | 66 | P133 |
| 1 | 120 | 2,0 | 60 | P150 |
| 1 | 133 | 2,0 | 66 | P166 |

Pentru a asigura legătura cu memoria externă, mai lentă, microprocesorul K5 folosește o memorie cache asociativă cu patru căi, împărțită ca și cea a microprocesoarelor Pentium, în blocuri separate pentru date și pentru instrucțiuni. Cache-ul pentru instrucțiuni are dimensiunea dublă față de cea a primelor cipuri Pentium, adică 16 KB în loc de 8 KB, în timp ce cache-ul pentru date are numai 8 KB. (Ultimele cipuri Pentium includ cache-uri de 16 KB, atât pentru date, cât și pentru instrucțiuni.) Pentru a compensa dimensiunea mai mică, memoria cache pentru date este organizată pe patru căi și este asociativă pe seturi, având două porturi de intrare/ieșire, ceea ce permite încărcarea și stocarea simultană a datelor într-un singur ciclu de ceas.

## K6

Firma AMD și-a numit următoarea generație de microprocesoare AMD K6, căutând, din nou, un nume care să facă aluzie la dezvoltare, după ce a flirtat pentru o scurtă perioadă cu titulatura $6_K86$. Microprocesorul K6 depășește produsele Intel, prin faptul că a introdus tehnologia Intel MMX înaintea dezvoltatorilor acesteia. K6 este primul microprocesor care înțelege instrucțiunile MMX. Totuși, nu trebuie să vă pară rău pentru Intel, deoarece AMD a cumpărat licența tehnologiei MMX de la Intel.

Microprocesorul K6 poate fi instalat în soclul Intel standard de tip 7. Microprocesorul AMD K6 a fost probabil principalul motiv pentru care AMD a achiziționat firma NexGen. Câștigul obținut în urma acestei achiziții a fost microprocesorul NexGen Nx686, care reprezintă baza microprocesorului AMD K6. AMD a rafinat modelul NexGen, în sensul creșterii dimensiunii cache-ului de nivel unu, sacrificând controllerul cache-ului de nivel doi, anterior integrat pe același cip. De asemenea, AMD a modificat organizarea pinilor astfel încât să se potrivească cu organizarea pinilor microprocesorului Intel Pentium și a asigurat compatibilitatea cu tehnologia MMX.

Deși nucleul microprocesorului K6 a fost dezvoltat de NexGen ca succesor al microprocesorului Nx586, acesta este un proiect complet nou. În timp ce predecesorul său avea un singur canal de prelucrare, K6 are două, alimentate de patru decodificatoare de

instrucțiuni, care transformă instrucțiunile Intel x86 în comenzi RISC ce pot fi executate de nucleul microprocesorului. Deși K6 nu poate prelucra instrucțiunile pe 32 de biți la fel de repede ca microprocesorul Pentium Pro al firmei Intel, nu prezintă nici unul dintre dezavantajele acestuia la prelucrarea instrucțiunilor pe 16 biți. Canalele de prelucrare sunt mai scurte (șase niveluri), dar microprocesorul folosește predicția ramificațiilor și execuția speculativă.

Microprocesoarele K6 și Intel Pentium Pro sunt diferențiate de memoria cache. Ca și microprocesorul Pentium, K6 are cache-uri separate pentru date și pentru instrucțiuni. Totuși, cele ale cipului K6 sunt de patru ori mai mari, ajungând la 32 KB fiecare. Ambele cache-uri sunt asociative cu două căi și folosesc o linie de 32 de octeți. Cache-ul pentru date folosește un model cu două porturi cu rescriere, ceea ce permite încărcarea și stocarea simultană a datelor într-un singur ciclu de ceas.

Firma AMD a făcut investiții importante în tehnologia de fabricație, ceea ce a avut ca rezultat capacitatea de a construi primele cipuri K6 cu tehnologia de 0,35 microni. Experții din domeniu se așteaptă ca, încă de la prima generație, această tehnologie de proiectare să permită microprocesorului K6 să ruleze la 180 MHz și să ajungă la performanțe comparabile cu cele ale unui Pentium la 200 MHz. Potențialele îmbunătățiri ale tehnologiei de fabricație și reducerea dimensiunilor de proiectare ar putea permite producerea unor cipuri K6 care să ruleze la 300 MHz, egalând sau chiar depășind performanțele cipurilor Pentium Pro la 200 MHz.

### K6-2

În 1998, AMD a lansat o versiune îmbunătățită a cipului K6 cu un set lărgit de instrucțiuni pentru executarea rutinelor de grafică tridimensională, folosite în mod obișnuit în jocurile pentru calculator. AMD a dat acestor instrucțiuni suplimentare numele *3D Now!*. De asemenea, cipul K6-2 asigură suportul pentru setul complet de instrucțiuni MMX.

Microprocesorul K6-2 folosește sistemul de evaluare AMD P, care nu specifică viteza reală a microprocesorului, ci viteza unui cip Pentium care ar asigura performanțe similare. Frecvența de ceas reală a cipului K6-2 este substanțial mai mică decât cea nominală, așa cum se poate vedea în Tabelul 3.9.

**Tabelul 3.9** Relațiile dintre frecvențele de ceas ale microprocesoarelor AMD K6-2

| | | | |
|---|---|---|---|
| Frecvența nominală (MHz) | 300 | 333 | 350 |
| Frecvența reală (MHz) | 90 | 100 | 117 |

### K6-3

Având numele de cod *Sharptooth* înainte de lansarea pe 22 februarie 1999, microprocesorul AMD K6-3 lungește viața nucleului K6 cu o serie de îmbunătățiri permise de progresele tehnologiei semiconductoarelor. Cea mai importantă modificare este trecerea la un nou model de cache, pe care AMD îl numește „TriLevel Cache“. Numele reflectă cele trei niveluri de organizare a cache-ului: un cache de nivel unu de 64 KB, un cache de nivel doi de 256 KB, integrat pe același fragment de siliciu cu microprocesorul și circuitele integrate de suport pentru un cache extern de până la 1 MB. Cache-urile de nivel unu și doi operează la aceeași viteză cu logica de nucleu. Cache-ul extern de nivel trei, opțional, este conectat prin intermediul unei magistrale la 100 MHz. Cache-ul de nivel trei include un buffer de translație (translation look-aside buffer) de 192 de octeți, un model pe patru căi, de două ori mai mare decât cele folosite pentru cipurile Intel.

Cache-urile alimentează canalele de prelucrare cu șapte niveluri și logica de nucleu ale cipului K6-3, care sunt, în esență, identice cu cele ale cipului K6-2. La fel ca microprocesorul K6-2, noul cip încorporează toate îmbunătățirile setului de instrucțiuni, inclusiv MMX și 3D Now!. Conform celor de la AMD, microprocesorul K6-3 asigură performanțele unui cip Intel Pentium III evaluat cu o treaptă de viteză mai sus – ceea ce înseamnă că un cip K6-3 la 400 MHz va oferi performanțele unui cip Pentium III la 450 MHz.

Datorită cache-ului mai mare integrat pe cip, modelul K6-3 are nevoie de 21,3 milioane de tranzistoare. Primele cipuri au fost fabricate cu tehnologia de 0,25 microni și au fost oferite la viteze de 400 și 450 MHz.

Deși continuă să folosească o capsulă PGA compatibilă cu Soclul 7, cipul K6-3 a inclus o serie de caracteristici care au motivat firma Intel să treacă la strategia de montare în sloturi.

### K7

În octombrie 1998, firma Advanced Micro Devices a anunțat primul microprocesor din generația a șaptea, sub numele K7. Bazat pe o nouă logică de nucleu, cipul promite o îmbunătățire substanțială a performanțelor, pe baza unui model superscalar de ordinul nouă. Aceasta înseamnă că, în condiții optime de operare, cipul poate să prelucreze simultan nouă instrucțiuni diferite.

Cele nouă instrucțiuni sunt împărțite în nouă clase. Cipul are trei decodificatoare paralele de instrucțiuni care recunosc setul standard de instrucțiuni x86. Acestea alimentează trei canale superscalare de prelucrare prin regrupare pentru numere întregi și trei canale superscalare de prelucrare prin regrupare pentru date multimedia – în esență, procesoare în virgulă mobilă care recunosc seturile de instrucțiuni MMX și 3D Now!.

Pentru a asigura interfața cu sistemul gazdă, modelul K7 încorporează un cache de nivel unu de 128 KB, împărțit în 64 KB pentru instrucțiuni și 64 KB pentru date. Printr-o magistrală internă dedicată de 64 KB, cipul asigură suportul pentru cache-ul de nivel doi, cu mărimi de la 512 KB la 8 MB. Magistrala externă (interfața de sistem) poate să opereze la viteze de până la 200 MHz, printr-un slot de magistrală Alpha EV6.

Primele cipuri K7 folosesc tehnologia de fabricare la 0,25 microni, care permite logicii de nucleu să ruleze la 500 MHz. Tehnologii de fabricare mai bune vor permite folosirea unor viteze mai mari.

## Centaur Technology

Efectul pe piață al procesoarelor produse de firma Centaur Technology a fost redus. Nici un producător important de PC-uri nu a oferit încă un sistem bazat pe cipurile companiei, deși aceste cipuri sunt compatibile cu un număr mare de plăci de bază cu Soclu 7. (Compania pune la dispoziție o listă cu produsele compatibile la adresa Web `www.winchip.com`.) Strategia companiei este să pună tranzistoarele la muncă acolo unde sunt mai eficiente și, până acum, a imaginat modalități de executare speculativă și de prelucrare prin regrupare pentru modele logice mai simple. Deși modelele produse de firma Centaur Technology sunt compacte, competiția prețurilor s-ar putea să le limiteze în continuare pătrunderea pe piață.

### WinChip C6

Primul microprocesor lansat de Centaur Technology, o filială a firmei Integrated Device Technology, WinChip C6 este destinat echipării calculatoarelor cu preț scăzut. Bazat pe

un nucleu RISC, cipul C6 folosește un fragment relativ mic de siliciu (un pătrat cu latura de 88 milimetri, pentru tehnologia de 0,35 microni) pentru a reduce costul și consumul de energie. Cu toate acestea, cipul încorporează un cache primar mai mare decât al altor microprocesoare de același nivel (32 KB) și recunoaște întregul set de instrucțiuni MMX, având numai 5,4 milioane de tranzistoare.

În ciuda diferențelor de proiectare, microprocesorul WinChip C6 asigură performanțe echivalente cu ale unui cip Pentium cu tehnologie MMX, operând la aceeași viteză de ceas. Lansat la o viteză de 200 MHz, C6 s-a oprit la 240 MHz, ceea ce îl scoate din cursă pentru calculatoarele serioase. Conform celor de la Centaur, compania a vândut aproximativ jumătate de milion de cipuri de la lansarea modelului în decembrie 1997. Anunțate pe 20 mai 1997, primele eșantioane au apărut pe 4 iunie 1997.

## WinChip 2 3D

Microprocesorul WinChip 2 3D folosește aceeași logică de nucleu ca și cipul C6, dar crește viteza – deși nu suficient de mult. Cipul concurează cu microprocesoarele AMD, Cyrix și Intel la aceeași frecvență de ceas, dar nu ajunge la același număr de megaherți ca și cipurile concurente. Primele eșantioane au apărut pe 19 mai 1998, prima livrare fiind făcută în septembrie 1998, cu cipuri evaluate la 200, 225 și 240 MHz, construite cu tehnologia de 0,25 microni.

Compania Centaur consideră că obține un avantaj de performanță prin folosirea unui cache primar mare și rapid – 128 KB pentru modelul WinChip 3D, o cantitate dublă față de cache-ul primar al seriei Pentium. Cei de la compania Centaur consideră că un cache de nivel unu mai mare este mai important decât combinația între un cache de nivel unu mai mic și un cache de nivel doi. Cipurile WinChip 2 3D nu includ cache-uri secundare. Pe de altă parte, cipul beneficiază de avantajele oferite de magistrala externă la 100 MHz, care poate fi folosită împreună cu soclul standard Super 7. La 300 MHz, microprocesorul WinChip rămâne în urmă cu aproximativ 5% față de un cip Pentium II la testele de rulare a aplicațiilor.

Un avantaj major al modelului WinChip este dimensiunea. Folosește substanțial mai puțin siliciu decât alte cipuri de nivel Pentium (un pătrat cu latura de 58 milimetri, față de 81 milimetri pentru cipurile AMD K6-2, 88 pentru Cyrix M II și 135 pentru Pentium II), ceea ce ar putea permite firmei Centaur să producă cipurile mai ieftin. Unul dintre motivele dimensiunii mai mici este unitatea simplificată de prelucrare a cipului WinChip. Aceasta nu permite executarea prin regrupare, dar are un canal de prelucrare cu șase niveluri.

Literele „3D“ din nume au o istorie: începând cu microprocesorul WinChip 2 3D, firma IDT a fost primul producător extern de cipuri care a adoptat setul de instrucțiuni 3D Now! al firmei AMD. Fiind a doua generație de microprocesoare pentru firma IDT, WinChip 2 3D rafinează nucleul RISC compact folosit de firmă, crescând frecvența de ceas, dar încercând să mențină la un nivel scăzut consumul de energie. Ca și în cazul altor produse ale companiei, microprocesorul WinChip 2 3D are ca scop reducerea prețului sistemelor de intrare, ținând pasul cu produsele lansate de Intel.

Microprocesorul WinChip 2 3D oferă performanțe comparabile cu ale cipului Intel Celeron, la aceleași frecvențe de ceas.

### WinChip 4

Firma Centaur numește WinChip 4 cipul planificat pentru următoarea generație. Se așteaptă ca noul produs să fie oferit la 450 și 500 MHz.

Microprocesorul WinChip 4 folosește o nouă logică de nucleu, cu un canal de prelucrare cu 11 niveluri și cu ceea ce firma Centaur susține a fi o logică avansată de predicție a ramificațiilor, superioară celei folosite de alți producători de cipuri.

WinChip 4 folosește aceeași filozofie pentru memoria cache ca și cipurile anterioare, cu un cache primar de 128 KB, împărțit în 64 KB pentru date și 64 KB pentru programe. De asemenea, folosește un buffer de translație (TLB) de 256 de octeți.

Inițial, s-a anunțat fabricarea cipului cu tehnologia de 0,25 microni, pe un pătrat de siliciu cu latura de aproximativ 100 mm. Aceste cipuri ar fi trebuit să fie disponibile la sfârșitul anului 1999, cu viteze între 400 și 500 MHz. O dată cu trecerea la tehnologia de fabricare la 0,18 microni (așteptată în prima jumătate a anului 1999), dimensiunea plăcuței de siliciu ajunge la aproximativ 60 mm, cu creșterea potențială a vitezei la 700 MHz.

## Cyrix Corporation

Cyrix a cunoscut diferite niveluri de succes în vânzarea microprocesoarelor. În generația Pentium, cipul 6x86 a fost aclamat pentru performanțele excelente, dar, cel puțin la început, a fost blamat pentru faptul că se supraîncălzea. În prima rundă, procesorul MediaGX a câștigat favorurile pieței pentru PC-urile cu preț scăzut și pentru unele sisteme notebook mai ieftine. În prezent, accentul este pus pe procesorul M II (sau M2), care este susținut puternic ca alternativă mai ieftină a produselor Intel Celeron.

### 6x86

Dovedindu-și capacitatea de a duplica funcțiile microprocesoarelor Intel mai vechi, Cyrix a trecut la pasul următor, combinând modelele clasice cu tehnologii noi pentru a obține un Pentium mai bun – cel puțin în accepțiunea umilă a celor de la Cyrix. În timp ce microprocesoarele Pentium au nevoie de o nouă generație de produse software sau, cel puțin, de aplicații recompilate pentru a folosi eficient avantajele arhitecturii superscalare, Cyrix a trecut în seama componentelor hardware sarcina de a asigura corespondența dintre produsele software de astăzi și microprocesoarele de mâine. Rezultatul acestor eforturi a fost arhitectura M1: nu doar un singur cip, ci planul pentru o nouă familie de procesoare de înaltă performanță. Primul dintre acestea a fost 6x86, un cip creat pentru a concura cipurile Intel Pentium. Competiția este destul de directă: cipul 6x86 a fost proiectat astfel încât să fie compatibil la nivel de soclu cu cipul P54C Pentium. De asemenea, 6x86 este oferit și sub numele firmei IBM.

La bază, arhitectura M1 a microprocesorului 6x86, ca și cea a microprocesoarelor Pentium, este superscalară, conținând două unități de calcul pentru numere întregi, oarecum asimetrice, care operează în paralel. Fiecare dintre aceste unități are propriul canal de prelucrare, cunoscute sub numele de canal X și canal Y. În timp ce microprocesoarele Pentium se bazează pe prelucrarea prin canalizare pe patru niveluri, Cyrix numește modelul propriu prelucrare prin supercanalizare, deoarece are șapte niveluri. Aceste niveluri sunt extragerea instrucțiunilor, decodificare 1, decodificare 2, calcul de adresă 1, calcul de adresă 2, executare și rescriere.

Prelucrarea în fiecare dintre cele două canale începe cu extragerea instrucțiunilor. În acest punct, canalul de prelucrare citește până la 16 octeți de instrucțiuni (de obicei patru

instrucțiuni) din cache-ul integrat pe cip. La acest nivel, instrucțiunile sunt evaluate pentru a determina dacă există ramificări de program. Dacă este detectată o ramificare, cipul încearcă, încă din această fază preliminară, să determine ramura în care va continua executarea programului.

Prelucrarea continuă la nivelul de decodificare 1, care are ca sarcină primară determinarea lungimii instrucțiunilor. Decodificarea efectivă a fiecărei instrucțiuni se face la nivelul de decodificare 2. În acest moment, cipul determină dacă o anumită instrucțiune va fi trimisă către canalul de prelucrare X sau Y. Cele mai multe instrucțiuni pot fi executate de către oricare dintre cele două canale, iar alegerea este făcută astfel încât ambele canale de prelucrare paralelă să fie alimentate continuu. Totuși, unele instrucțiuni pot fi executate numai de canalul X. Printre acestea se numără încărcările de segmente în mod protejat, instrucțiunile pentru șiruri de caractere, instrucțiunile de înmulțire și de împărțire, instrucțiunile de intrare/ieșire, ramificările în alte segmente, instrucțiunile care necesită acces multiplu la memorie și unele instrucțiuni de introducere și de scoatere din stivă.

Prelucrarea trece apoi la nivelul 1 de calculare a adreselor, în care sunt calculate cel mult două adrese în fiecare ciclu de ceas. Tot la acest nivel se stabilește care dintre regiștrii microprocesorului vor fi folosiți pentru executarea instrucțiunilor.

La al doilea nivel de calculare a adreselor se face accesul efectiv la memorie, verificându-se bufferele de translație, memoria cache și fișierele registru.

La nivelul de executare sunt executate instrucțiunile logice sau aritmetice, inclusiv comenzile de înmulțire și de împărțire.

Nivelul de rescriere termină executarea prin scrierea datelor în fișierul registru și în bufferele de scriere (de unde acestea merg către cache și memoria principală).

Arhitectura M1 a microprocesorului 6x86 încearcă să rezolve două probleme dificile: să împartă munca între cele două lanțuri de prelucrare și să profite cât mai mult de nivelurile suplimentare ale canalelor de prelucrare. Pentru a rezolva aceste probleme, Cyrix folosește o serie de tehnologii. Predicția ramificărilor și executarea speculativă contribuie la alimentarea uniformă a canalelor de prelucrare paralelă, astfel încât acestea să nu stagneze. Conform firmei Cyrix, algoritmul cu patru stări de predicție a ramificărilor asigură o acuratețe de 90%. Capacitatea de executare speculativă controlează până la patru ramificări condiționale sau operații în virgulă mobilă.

Pentru a elimina problemele care ar putea fi generate de prelucrarea paralelă, microprocesorul 6x86 folosește unele tehnici noi. Redenumirea regiștrilor permite fiecărui canal de prelucrare să lucreze, aparent, cu același registru. Arhitectura include 32 de regiștri fizici, cărora li se pot aloca numele logice echivalente ale oricărui registru dintr-un microprocesor Intel. De exemplu, două instrucțiuni pot fi executate simultan, chiar dacă ambele folosesc registrul EAX. Cipul M1 atribuie numelui EAX din fiecare canal de prelucrare un registru hardware diferit, verificarea datelor făcându-se ulterior. Tehnica de avansare a datelor permite cipului M1 să direcționeze rezultatele executării dintr-un canal de prelucrare paralelă către celălalt canal, atunci când o instrucțiune depinde de o altă instrucțiune. Mai mult, arhitectura M1 permite executarea prin regrupare, așa că nu este nici o problemă dacă un canal de prelucrare paralelă termină executarea unei instrucțiuni simple înainte ca celălalt canal să încheie o instrucțiune mai complexă, care apare mai devreme în program. Executarea prin regrupare apare numai

la nivelul de executare sau după acesta, astfel încât controlul memoriei (care se face la nivelurile de calculare a adreselor) și tratarea erorilor se efectuează întotdeauna în ordine corectă.

Ca și microprocesoarele Pentium, 6x86 include o unitate de calcul în virgulă mobilă, pe lângă cele două unități pentru numere întregi. Atunci când fluxul de instrucțiuni permite, unitatea în virgulă mobilă a cipurilor Cyrix lucrează în paralel cu unitățile pentru întregi. Instrucțiunile în virgulă mobilă pot fi executate prin regrupare cu instrucțiunile întregi asociate, iar un set de patru buffere de scriere permit executarea speculativă a instrucțiunilor în virgulă mobilă. Unitatea în virgulă mobilă este legată de restul procesorului printr-o magistrală internă de 64 de biți care respectă standardul IEEE 754. Aceasta recunoaște și execută toate instrucțiunile Intel standard pentru coprocesoare.

Memoria cache a arhitecturii M1 este diferită de cea a altor microprocesoare existente. Aceasta este organizată pe două niveluri. Pentru a accelera încărcarea instrucțiunilor, arhitectura M1 folosește o memorie cache primară de 256 de octeți, numită de Cyrix microcache. Un alt cache, mai mare, combină funcțiile cache-ului primar pentru date și ale cache-ului secundar pentru instrucțiuni. Deși dimensiunea acestui cache unificat nu este precizată de specificațiile arhitecturii M1, în implementările inițiale va avea probabil aceeași mărime cu cache-ul microprocesoarelor Pentium, adică 16 KB. Cache-ul unificat folosește un model cu patru căi, asociativ pe seturi.

Alte elemente de proiectare hardware ale cipului M1 seamănă cu cele ale microprocesoarelor Pentium. Cipul este proiectat complet pe 32 de biți – toți regiștrii sunt de 32 de biți – și se leagă de circuitele de suport printr-o cale de date de 64 de biți. Adresarea se face pe 32 de biți, ceea ce permite adresare directă a 4 GB de memorie fizică. Modelul hardware intern este optimizat pentru operarea la viteze de 100 MHz sau mai mari.

Conform firmei Cyrix, proiectarea îi oferă cipului 6x86 un avantaj de performanță față de Pentium. Un microprocesor 6x86 care operează intern la 133 MHz asigură performanțe egale cu ale unui microprocesor Pentium la 166 MHz. Cyrix își identifică produsele conform nivelului de performanță echivalent cu cel al unui cip Pentium, nu conform vitezei interne de lucru a cipului. Tabelul 3.10 prezintă nomenclatura cipurilor Cyrix și vitezele reale de lucru ale modelelor 6x86 disponibile.

**Tabelul 3.10** Specificații pentru microprocesoarele Cyrix 6x86

| *Nomenclatura* | *Echivalent Pentium* | *Viteza magistralei* | *Viteza internă reală* |
|---|---|---|---|
| 6x86-P166+GP | P166+ | 66 MHz | 133 MHz |
| 6x86-P150+GP | P150+ | 60 MHz | 120 MHz |
| 6x86-P133+GP | P133+ | 55 MHz | 110 MHz |
| 6x86-P120+GP | P120+ | 50 MHz | 100 MHz |

Primele cipuri 6x86 au fost bine primite pe piață, datorită performanțelor. Acestea depășesc cu 10 până la 30 de procente cipurile Pentium care operează la aceeași viteză. Partea proastă este cantitatea de căldură degajată. Cipul se încălzea foarte puternic, ceea ce făcea critică răcirea sistemului. PC-urile cu o răcire slabă puteau să se supraîncălzească și să se oprească. Unii experimentatori au raportat chiar situații în care cipurile s-au autodistrus. Îmbunătățirile aduse metodelor de fabricație au micșorat cerințele de

energie ale microprocesoarelor 6x86, așa că cipurile mai noi (versiunile 2.7 sau mai recente) nu mai au astfel de probleme.

În 1998, Cyrix a revizuit modelul 6x86, astfel încât să recunoască setul de instrucțiuni Intel MMX. Noua versiune a cipului este etichetată 6x86MX, fiind oferită în patru versiuni de viteză: 6x86MX-PR266, 6x86MX-PR233, 6x86MX-PR200 și 6x86MX-PR166.

## MediaGX

Destinat în special calculatoarelor multimedia ieftine, microprocesorul Cyrix MediaGX combină nucleul unui microprocesor compatibil Intel, care operează la nivelul cipurilor Pentium, cu o varietate de funcții de suport multimedia și de sistem. Mai mult decât un simplu microprocesor, cipul MediaGX este mai degrabă un întreg PC pe un singur cip – de fapt două cipuri, microprocesorul propriu-zis și un cip special de suport, Cx5510.

Logica de nucleu a microprocesorului MediaGX atinge performanțe asemănătoare cu ale unui cip Intel Pentium standard la aceeași viteză de ceas. Primele microprocesoare MediaGX, lansate în martie 1997, operau la 120 și 133 MHz, ceea ce le situa în partea inferioară a spectrului de performanță actual. Oarecum compensând frecvența mică de ceas, cipurile oferă un sistem integrat de control al afișării, care poate accelera unele funcții de grafică.

Logica de nucleu a cipului Cyrix include un canal de prelucrare cu șase niveluri și un procesor în virgulă mobilă. De asemenea, pe cipul MediaGX este integrat un cache unificat de 16 KB pentru date și instrucțiuni, bazat pe un model cu patru căi, asociativ pe seturi, cu capacitate de rescriere. Ca și cipurile Pentium, MediaGX folosește regiștri interni de 32 de biți și o conexiune de 64 de biți cu magistrala externă de date.

Cipul MediaGX conține și un sistem integrat de grafică, care are un canal propriu de prelucrare. Deoarece toate funcțiile de grafică sunt controlate chiar de microprocesor, acesta folosește arhitectura de memorie unificată (Unified Memory Architecture – UMA), segmentând o parte a memoriei în scopul creării unui buffer de cadre. Circuitele de suport ale cipului MediaGX asigură interfața directă cu mai multe sisteme de afișare LCD sau cu monitoarele obișnuite, folosind un convertor digital/analog extern (RAMDAC). Chiar cipul MediaGX emulează toate modurile de afișare VGA și VESA până la rezoluția de 1280x1024, cu 256 de culori (sau 1024x768, cu 256K culori). Deși încorporează multe funcții de accelerare pentru grafică, cipul nu acceptă arhitectura Intel MMX.

Cipul de suport Cx5510 asigură câteva funcții suplimentare. Pentru partea audio, cipul include componente de suport compatibile cu plăcile de sunet SoundBlaster, o interfață MIDI și circuite de prelucrare a semnalelor audio digitale. Pentru a îmbunătăți logica de control a magistralei PCI, integrată în microprocesorul MediaGX, cipul Cx5510 încorporează logica de punte necesară pentru adăugarea la sistem a unei magistrale ISA, împreună cu patru porturi ATA pentru unitățile de disc, toate cu suport EIDE pentru controlul magistralei. De asemenea, cipul Cx5510 furnizează funcțiile esențiale de suport necesare unui PC, cum ar fi un contor de timp compatibil AT, un controller de întreruperi și un sistem DMA. Tot cipul Cx5510 asigură și funcțiile de gestionare a consumului de energie.

## M II

La data scrierii acestei cărți cel mai bun procesor produs de Cyrix este M II. Deși logica de nucleu este aceeași cu a cipului 6x86 (M1), inclusiv cele două canale de prelucrare cu șapte niveluri, Cyrix a adus cipului numeroase îmbunătățiri, pentru a-i optimiza

performanțele. Cipul recunoaște toate instrucțiunile folosite de generația de microprocesoare Intel Pentium II, inclusiv setul complet de instrucțiuni MMX, și se identifică ca fiind un microprocesor din generația a șasea.

Totuși, în loc să folosească o licență Intel, Cyrix a dezvoltat o implementare proprie, bazată pe informațiile publicate de Intel cu privire la instrucțiunile MMX. Instrucțiunile MMX adaugă noi niveluri canalului de prelucrare, ajungându-se la nouă sau zece niveluri, în funcție de prelucrare. Spre deosebire de microprocesoarele Pentium Pro cu posibilități MMX, care pot executa simultan două instrucțiuni MMX, M II poate executa la un moment dat o singură instrucțiune MMX (la fel ca microprocesoarele Pentium cu posibilități MMX).

Probabil cea mai importantă îmbunătățire adusă cipului M II este cache-ul mai mare (secundar pentru instrucțiuni/primar pentru date), acesta având 64 KB, în loc de 16 KB. Memoria microcache (cache-ul primar pentru instrucțiuni) rămâne de 256 de octeți. Ca și în arhitectura M1, cache-ul se bazează pe un model cu patru căi, asociativ pe seturi, cu linii de 32 de octeți, și poate controla două operații de acces la fiecare ciclu de ceas.

În cadrul canalului de prelucrare, Cyrix a reproiectat bufferele de translație, organizându-le pe două niveluri. Un buffer de mare viteză, dar de dimensiune mică (16 intrări), mapat direct, elimină necesitatea unui nivel suplimentar în canalul de prelucrare pentru cele mai multe operații – aproximativ 92% din cazuri. Pentru restul cazurilor este folosit un buffer de nivel doi, cu șase căi și asociativ pe seturi, cu 384 de intrări, astfel încât se pierde un singur ciclu de ceas (în locul stagnării canalelor de prelucrare).

În modelul M II, unitatea de calcul în virgulă mobilă are o magistrală proprie care o leagă de cache. Aceasta permite ca memoria cache să poată fi folosită simultan de unitățile pentru întregi și de unitatea în virgulă mobilă. În arhitectura M1, unitatea în virgulă mobilă stagna atunci când unitățile pentru numere întregi foloseau cache-ul.

Cipul M II folosește un substrat de siliciu puțin mai mic decât cel folosit de cipurile Intel Pentium II și Celeron, dar operează la tensiuni ceva mai mari, 2,9 volți pentru logica de nucleu și 3,3 pentru circuitele de intrare/ieșire. Cyrix a lansat primele cipuri M II la 233 MHz, folosind o magistrală de memorie la 66 MHz. În momentul scrierii acestei cărți, Cyrix oferea versiuni la 300, 333 și 350 MHz. Multiplicatorul intern care stabilește relația între viteza magistralei și viteza logicii de nucleu este programabil, cu factori 2x, 2,5x, 3x și 3,5x. Folosind soclul Super 7, cipul poate să lucreze cu magistrale de memorie cu viteze de până la 100 MHz și oferă performanțe doar cu câteva procente mai mici față de produsele Intel concurente.

## Jalapeno

Pe 13 octombrie 1998, Cyrix a anunțat noua arhitectură, proiectată pentru următoarea generație de microprocesoare, sub numele de cod *Jalapeno*. Noul model adaugă un motor de grafică 3D la un canal de prelucrare cu 11 niveluri și o nouă unitate în virgulă mobilă. Unitatea în virgulă mobilă este formată, de fapt, din două unități de executare care pot să ruleze instrucțiuni standard în virgulă mobilă sau instrucțiuni MMX. Secțiunea de grafică, proiectată pentru setul de instrucțiuni 3D Now!, este strâns legată de unitatea în virgulă mobilă și încorporează circuite hardware pentru redarea discurilor DVD.

Demonstrând că știe cărui fapt îi datorează succesul, Cyrix a optimizat modelul pentru o suprafață minimă de siliciu, în scopul menținerii la minim a costurilor de producție. De asemenea, a încorporat pe cip un cache de nivel doi de 256 KB, cu opt căi asociative, care operează la viteza logicii de nucleu. Motorul de grafică partajează memoria cache pentru accelerarea operațiilor 3D complexe.

Scopul canalului de prelucrare cu lungime mare și al cache-ului de nivel doi integrat pe cip este de a depăși strangulările, asociate, de obicei, procesoarelor cu viteză mare. Prin folosirea unui canal de prelucrare cu 11 niveluri, modelul permite scalabilitatea până la viteze mai mari de un gigahertz. Cache-ul de nivel doi de 256 KB integrat pe cip este asociativ cu 8 căi, intercalat pe 8 căi și complet conectat la canalele de prelucrare, pentru a opera la frecvența de ceas a logicii de nucleu. Pentru a îmbunătăți și mai mult performanțele memoriei, Cyrix a integrat un controller de memorie cu lărgimea de bandă de 3,2 GB pe secundă.

Cipul, așteptat la viteze în jur de 600 MHz, are ca scop atingerea nivelului de 1 GHz. Cipul va fi fabricat cu tehnologia de 0,18 microni, în liniile de producție ale companiei părinte, National Semiconductor.

# Capitolul 4
# Memoria

*Memoria este absolut necesară pentru funcționarea microprocesorului și a PC-ului. Mai mult, memoria existentă în calculator determină ce programe puteți să rulați și cât de repede. Memoria este o parte vitală a calculatorului. Reprezintă locul de stocare a tuturor octeților de care are nevoie microprocesorul ca să funcționeze. Memoria conține atât datele brute care urmează să fie prelucrate, cât și rezultatele prelucrărilor. Memoria poate funcționa și ca un canal de comunicații între microprocesor și dispozitivele periferice. Există mai multe tipuri de memorii, descrise și diferențiate de funcții și de tehnologie. Fiecare are un anumit rol în funcționarea corespunzătoare a PC-ului.*

Aspecte pe care trebuie să le luați în considerare atunci când vreți să adăugați memorie la PC (sau când vreți să comparați două PC-uri ca să-l cumpărați pe cel mai bun):

| *Aspect* | *Pe scurt* |
|---|---|
| Viteză | Arată cât de repede transmite memoria datele către microprocesor. PC-urile actuale au nevoie de memorii mai rapide ca niciodată. Cele mai rapide memorii actuale pot furniza datele în mai puțin de opt nanosecunde. |
| Magistrală externă (front side bus) | Canalul prin care datele sunt transferate din memorie către microprocesor. Cu cât magistrala este mai rapidă, cu atât PC-ul rulează mai repede. PC-urile moderne au magistrale cu viteze de la 66 la 133 MHz. |
| Tehnologie | Vă spune cum este fabricată și folosită memoria. PC-urile actuale necesită memorii sincrone, dar în curând, o nouă tehnologie, numită Rambus, va fi opțiunea preferată. |
| Capacitate | Descrie numărul de octeți (de obicei de ordinul milioanelor) care pot fi stocați de un modul de memorie. Deși Windows 98 poate funcționa și cu numai 16 MB, pentru Windows 2000 veți avea nevoie de cel puțin 64 MB. Cu cât mai mult, cu atât mai bine. |
| Împachetare | Forma fizică a memoriei, care determină dacă aceasta va putea fi instalată sau nu într-un PC. Cele mai multe sisteme desktop și notebook acceptă module de dimensiuni standard, dar cele două tipuri de sisteme folosesc deseori standarde diferite. |
| Adresarea modulelor | Arată câte linii de adrese intră în fiecare modul și de câte module aveți nevoie ca să formați un singur banc de memorie. Cele mai multe module actuale au lățimi de patru sau opt octeți, ceea ce înseamnă că pentru un banc de 64 de biți aveți nevoie de două module pe patru octeți sau de un modul pe opt octeți. |
| Memorie cache | Memorie specială cu viteză foarte mare, care asigură corespondența între viteza mare a microprocesorului și viteza mai mică a sistemelor de memorie. Cele mai multe microprocesoare au memorii cache integrate, deși unele folosesc încă memorii cache secundare (sau terțiare) externe. Memoriile cache folosesc o tehnologie complet diferită față de memoria principală a PC-ului. |

Diferența dintre geniu și inteligență este capacitatea de stocare. Un tip isteț reacționează rapid, dar un adevărat geniu apelează la amintiri, experiență și cunoștințe ca să găsească răspunsul corect – este diferența între a apăsa rapid un buton și a ști pe ce buton să apeși.

Acest lucru este valabil și în cazul PC-urilor. Fără memorie, un calculator nu este altceva decât un grup de comutatoare. Toate modalitățile de reacție ar trebui să fie cablate hardware. Mașina nu ar putea nici să citească programe, nici să păstreze date. Ar fi blocată într-o stare vegetativă, păstrată în viață de electricitate, dar incapabilă să-și adapteze reacțiile.

Un microprocesor rapid este inutil fără un spațiu în care să poată stoca programele și datele pentru folosirea curentă sau ulterioară. Regiștrii interni pot stoca numai câțiva octeți (și nici aceștia prea ușor – așa cum bine știți, dacă ați încercat să țineți unul în mână, octeții sunt ființe tare alunecoase), prea puțin pentru un program de o oarecare utilitate. Memoria pune la dispoziția microprocesorului sute, mii și chiar milioane de octeți, destul pentru a păstra o listă lungă de instrucțiuni sau blocuri mari de date. Fără memorie, microprocesorul nu ar avea nici o valoare. Nu poate fi folosit nici ca să țină o ușă deschisă – cele mai multe microprocesoare au dimensiuni prea mici pentru așa ceva. Mai mult, dacă nu au la dispoziție destulă memorie, aplicațiile dumneavoastră vor rula foarte încet – dacă vor putea fi rulate.

Ținând seama de dimensiunile mari ale aplicațiilor și sistemelor de operare actuale, memoria poate fi unul dintre cei mai importanți factori pentru performanțele generale ale PC-ului. Atât cantitatea, cât și calitatea memoriei disponibilă în sistem afectează viteza calculatorului. Instalarea unei cantități mai mari de memorie permite calculatorului să ruleze mai repede. De asemenea, viteza PC-ului este influențată și de tehnologia folosită pentru fabricarea memoriei. Același cip poate fi un demon al vitezei atunci când este legat de un sistem de memorie optim, sau un melc, dacă este frânat de memorii rămase la tehnologiile de ieri.

## Elemente de bază

Termenul „memorie“ are o semnificație destul de largă, chiar dacă este limitat numai la domeniul calculatoarelor. În înțelesul strict, memorie poate să însemne orice dispozitiv de stocare a datelor, chiar dacă are un singur bit. Memoria poate avea diferite forme. Un sistem de stocare binar, precum cel folosit în calculatoarele actuale, poate fi construit din marmură, marțipan sau semiconductoare și oxizi metalici. Nu toate formele de memorie sunt la fel de eficiente (așa cum veți vedea în curând), dar conceptul de bază este același pentru toate – păstrarea unor informații într-o formă care poate fi folosită și care poate fi recunoscută. Unele forme de memorie sunt mai ușor recunoscute și manipulate de microprocesoare. Pe de altă parte, pot exista și memorii care se rostogolesc mai repede sau au gust mai bun.

Unii informaticieni mai bătrâni, care și-au croit drumul în lumea PC-urilor pornind de la calculatoarele mainframe, vorbesc uneori despre memoria calculatorului folosind termenul „memorie cu miez” („core memory”). Termenul nu provine de la faptul că memoria se află în inima operării unui calculator, ci mai degrabă de la primele tehnologii folosite pentru memoriile calculatoarelor antice – o țesătură de fire cu un miez de ferită (core).

Deși în prezent memoria cu miez magnetic nu este decât o amintire, toate tehnologiile actuale au în comun cu aceasta o caracteristică importantă – faptul că pot fi modificate de electricitate. În definitiv, gândirea calculatoarelor actuale este de natură electrică. Calculatoarele sunt construite din circuite electronice integrate. Așa cum era de așteptat,

cele mai practice memorii sunt făcute tot din circuite integrate. Dar memoriile construite din circuite integrate sunt disponibile în diferite forme, deosebindu-se, de exemplu, prin funcții, accesibilitate, tehnologie, capacitate și viteză. Înainte de a trece la detalii, trebuie să înțelegem conceptele mai largi care stau la baza memoriei folosite pentru calculatoare.

## Sisteme de stocare primare și secundare

O gamă largă de dispozitive și tehnologii pot stoca informații digitale într-o formă accesibilă electric. Funcția îndeplinită este cea care diferențiază dispozitivele cunoscute în general sub numele de memorie pentru calculator și sistemele de stocare a datelor pe discuri și benzi. Atât memoria obișnuită, cât și sistemele de stocare pe disc păstrează informații de care calculatorul are nevoie, dar în scopuri diferite.

Ceea ce majoritatea oamenilor consideră a fi memorie pentru calculator, într-un sens specific, reprezintă *sistemul primar de stocare* al PC-ului. Aceasta înseamnă că informațiile conținute de sistemul de stocare au o formă la care microprocesorul are acces direct și sunt gata pentru a fi folosite. De fapt, instrucțiunile directe folosite de unele microprocesoare pot modifica valorile conținute de sistemul primar de stocare, fără să fie necesară transferarea acestor date în regiștrii cipului. Din acest motiv, sistemul principal de stocare este numit uneori *memorie de lucru*.

Posibilitatea de acces imediat la memoria primară înseamnă că microprocesorul poate să găsească orice valoare fără să caute în blocuri mari de date. Microprocesorul trebuie să aibă acces la o valoare aleasă la întâmplare. Ca urmare, mulți oameni se referă la memoria de lucru a PC-ului folosind termenul *memorie cu acces aleatoriu* (Random Access Memory – RAM), deși acest termen are o definiție mai strictă atunci când este aplicată tehnologiilor de fabricare a memoriilor.

Indiferent de numele folosit, sistemul primar de stocare este, de fapt, memoria pe termen scurt a PC-ului. Această memorie este ușor accesibilă, dar are o capacitate limitată, cel puțin în comparație cu alte sisteme de stocare.

Celălalt tip de sistem de stocare se numește *sistem secundar de stocare*. Pentru cele mai multe PC-uri, sistemul secundar de stocare se bazează pe discuri și benzi. Acestea funcționează ca o memorie pe termen lung a calculatorului. Nu numai că discurile și benzile stochează informațiile pe care calculatorul trebuie să le păstreze un timp mai lung, dar stochează și cantitățile mari de date manipulate de calculator. Sistemul secundar de stocare are o capacitate de zeci, sute sau chiar mii de ori mai mare decât sistemul primar de stocare. Datorită capacității mari, sistemul secundar de stocare este deseori numit *sistem de stocare masivă*.

Sistemul secundar de stocare înseamnă un pas în plus pentru microprocesorul PC-ului. Ca să poată folosi informațiile, PC-ul trebuie să le transfere mai întâi în sistemul de stocare primar. Sistemul de stocare secundar implică și o altă complicație hardware. Cele mai multe sisteme de stocare secundare se bazează pe dispozitive electromecanice. În afara semnalelor electrice, aceste sisteme implică și mișcarea fizică a unui disc sau a unei benzi pentru a asigura accesul la informații. Deoarece dispozitivele mecanice se mișcă mai încet decât semnalele electrice – mai puțin în filmele SF – sistemele de stocare secundare sunt mai lente decât cele primare, de obicei cu un factor de o mie sau chiar mai mult.

Cu alte cuvinte, cel mai important aspect al sistemului primar de stocare dintr-un PC este viteza de acces, deși este de dorit să aveți o capacitate cât mai mare. Cel mai important aspect al sistemului secundar de stocare este capacitatea, deși este de dorit ca acesta să fie cât mai rapid.

## Volatilitatea

Memoria umană este clasificată în memorie pe termen scurt și memorie pe termen lung, în funcție de o singură caracteristică – memoria pe termen scurt se pierde în timp. Dacă un anumit fapt sau imagine nu intră în memoria pe termen lung, o uitați foarte repede – cum ar fi numele asociat unei persoane care v-a fost prezentată la o petrecere.

Memoria calculatorului este asemănătoare. Unele informații se pierd în timp. Totuși, în cazul calculatoarelor, tehnologia, și nu atenția, determină ce informații sunt păstrate sau uitate. Pentru calculatoare, reacția la întreruperea alimentării electrice definește diferența dintre memoria pe termen scurt și memoria pe termen lung. Termenul tehnic folosit pentru a descrie această diferență este *volatilitate*. Memoria calculatorului este clasificată în memorie volatilă și memorie nevolatilă:

**Memoria volatilă**, precum gloria lumii, este trecătoare. Aceasta nu durează 70 de ani, cât o viață de om, nici 15 minute, cât faima. Informațiile sunt păstrate doar atât timp cât există o sursă de energie. Întrerupeți alimentarea unei memorii volatile și conținutul acesteia se pierde în câteva microsecunde. Pentru aproape toate PC-urile, memoria principală este volatilă.

**Memoria nevolatilă** este așa cum vă așteptați să fie o memorie – adică veșnică. După ce stocați o informație în memorie, aceasta este păstrată până când o modificați explicit. Ploaia, lapovița, întunericul, lumina sau căderea tensiunii nu afectează memoria nevolatilă. Tipuri de memorii nevolatile sunt sistemele de stocare magnetică (unități de disc și de bandă) și o formă specială de cipuri de memorie (memorii numai pentru citire și memorii flash). Memoria nevolatilă poate fi simulată asigurând alimentarea continuă a sistemelor de memorie volatilă – o tehnologie folosită în mod obișnuit pentru sistemele de configurare bazate pe memorii CMOS utilizate în cele mai multe PC-uri – dar această memorie rămâne vulnerabilă la capriciile bateriei. Dacă bateria se consumă sau se deconectează, chiar și pentru un timp foarte scurt, conținutul memoriei nevolatile simulate se poate pierde.

Ținând seama de acest lucru, veți dori, desigur, ca memoria PC-ului dumneavoastră să fie nevolatilă. Problema este că aproape toate sistemele de memorie bazate numai pe electricitate și pe stocarea electronică sunt volatile. Electricitatea este notorie pentru intransigență. La cea mai mică ocazie, aceasta dispare. Pe de altă parte, sistemele de memorie electronice sunt rapide; toate sistemele nevolatile sunt mai lente – deseori mult mai lente.

Sistemele de memorie electronice pot fi făcute să simuleze memoria nevolatilă prin asigurarea alimentării continue, cu ajutorul unui sistem de rezervă bazat pe baterii. Pentru a prelungi perioada în care bateriile pot menține conținutul memoriei, aceste sisteme sunt astfel proiectate încât consumul de energie să fie minim. Dar tehnologiile care consumă mai puțină energie sunt mai scumpe. Ca urmare, cele mai multe sisteme de memorie pentru PC-uri sunt volatile și își pierd conținutul la căderea tensiunii de alimentare. Calculatoarele cu memorie imună la întreruperea tensiunii de alimentare ar fi prohibitiv de scumpe și mult prea lente.

## Măsurarea

În sistemele de calcul numerice, memoria operează pe baza unui concept foarte simplu. În esență, tot ceea ce trebuie să facă memoria unui calculator este să păstreze un bit de informație care să poată fi folosit ulterior. Bitul (o abreviere de la binary digit – cifră binară) este cea mai mică unitate de informație. Un bit nu conține prea multe informații – nu indică decât dacă ceva există sau nu există – activ sau inactiv, sus sau jos, ceva (unu)

sau nimic (zero). Este ceva asemănător cu sistemul juridic: totul este în alb și negru și nu există tonuri de gri (cel puțin nu atunci când se dă verdictul).

Dacă sunt folosiți destul de mulți biți, aceștia pot codifica o informație utilă. Combinațiile de biți pot să codifice informații mai complexe. În forma cea mai elementară, de exemplu, cinci biți pot să stocheze numărul 5. Dacă este semnificativă și poziția fiecărui bit din cod, cantitatea de informație pe care o combinație formată dintr-un număr dat de biți o poate identifica este mai mare. (Cantitatea de informație crește exponențial cu puterile lui doi – n biți pot identifica $2^n$ combinații unice.) Prin stocarea mai multor combinații de biți în unități identice de memorie, poate fi stocată orice cantitate de informații.

## Unități de măsură

Oamenii nu reține informațiile în același fel în care o fac calculatoarele. Pentru ființele umane, reținerea unui simbol complex poate fi la fel de simplă ca și stocarea unui singur bit. Deși pentru mașini două opțiuni sunt suficiente, noi preferăm posibilitățile multiple de alegere. Numărul de simboluri pe care putem să le folosim este limitat doar de imaginația noastră. Totuși, din fericire pentru producătorii de mașini de scris, am rezervat un număr limitat de simboluri pentru limbaj – 26 de litere mari, același număr de litere mici, 10 cifre și destule semne de punctuație ca să le dea de lucru profesorilor de gramatică pentru întreaga carieră. Reprezentarea acestor caractere în formă binară face calculatoarele extrem de utile, așa că informaticienii au încercat să pună la punct cele mai eficiente combinații de biți pentru stocarea diversității de simboluri preferate de capricioșii oameni. Dacă strângeți laolaltă toate literele, cifrele și semnele de punctuație, veți descoperi că cea mai mică putere a lui doi care le poate codifica este 128 (sau $2^7$). Inginerii au făcut un pas în plus, folosind încă un bit – ceea ce a dus la posibilitatea de codificare a 256 de simboluri. În acest fel toate semnele diacritice și alte simboluri fără sens (cel puțin pentru vorbitorii de limbă engleză) pot fi reprezentate cu același cod. Utilitatea acestui cod de opt biți a făcut ca grupul de opt biți să devină o unitate de măsură standard pentru sistemele de stocare ale calculatoarelor, sub numele de octet (byte).

O jumătate de octet – o unitate de stocare de patru biți – se numește niblu[1]. Patru biți pot să codifice 16 simboluri – destul pentru 10 cifre și șase operatori (adunare, scădere, înmulțire, împărțire, ridicare la putere și rădăcină pătrată), ceea ce face această unitate de măsură utilă pentru dispozitivele care folosesc numai numere, cum ar fi calculatoarele de buzunar.

Termenul generalizat pentru un pachet de biți este cuvântul digital, care poate însemna orice număr de biți pe care un calculator îi folosește ca un grup. Termenul „cuvânt“ (word) a căpătat o semnificație specifică în lumea calculatoarelor personale, deoarece Intel definește cuvântul ca doi octeți de date, adică 16 biți. Conform specificațiilor Intel, un cuvânt dublu (double-word) este format din două cuvinte, adică 32 de biți; un cuvânt cvadruplu este format din patru cuvinte, adică opt octeți, deci 64 de biți.

Cele mai noi microprocesoare Intel sunt proiectate pentru manipularea unor grupuri mai mari de date. Pentru îmbunătățirea performanțelor, microprocesoarele actuale folosesc magistrale interne mai late între cache-urile integrate și circuitele de prelucrare. În cazul microprocesorului 486, această magistrală are lățimea de 128 de biți. Intel numește

1 *Byte* (prescurtarea de la binary term) se pronunță la fel ca *bite* (mușcătură). *Nibble*, din care a fost derivat termenul *niblu*, este cuvântul englezesc pentru mușcătură mai mică, dumicat, ceea ce dovedește că informaticienii aveau simțul umorului, cel puțin la începutul revoluției calculatoarelor personale. (n. trad.)

numărul de biți egal cu lățimea magistralei *linie de memorie*. Tabelul 4.1 prezintă numele și dimensiunile celor mai folosite unități de stocare.

**Tabelul 4.1** Principalele unități de măsură stabilite de Intel pentru memorie

| *Unitate* | *Biți* | *Octeți* |
|---|---|---|
| Bit | 1 | 0,125 |
| Niblu | 4 | 0,5 |
| Octet | 8 | 1 |
| Cuvânt | 16 | 2 |
| Cuvânt dublu | 32 | 4 |
| Cuvânt cvadruplu | 64 | 8 |
| Linie (486) | 128 | 16 |

Tehnologia MMX (Multimedia Extensions) folosită de ultimele microprocesoare pentru PC-uri a introdus patru noi tipuri de date în lumea calculatoarelor personale. Acestea reîmpachetează grupuri de unități mai mici de date în regiștrii de 64 de biți folosiți de noile microprocesoare. Noile unități conțin termenul *împachetat* (packed) deoarece includ numărul maxim de unități mai mici în regiștrii mai mari ai microprocesorului. Noile unități sunt denumite după unitățile mai mici din care sunt formate. De exemplu, atunci când opt octeți sunt cuprinși într-un bloc de 64 de biți, care încape într-un registru al unui microprocesor MMX, datele au forma unui *octet împachetat*. Tabelul 4.2 prezintă numele noilor tipuri de date.

**Tabelul 4.2** Noile tipuri de date de 64 de biți folosite în tehnologia MMX

| *Nume* | *Unitate de bază* | *Număr de unități* |
|---|---|---|
| Octet împachetat | Octet (8 biți) | 8 |
| Cuvânt împachetat | Cuvânt (16 biți) | 4 |
| Cuvânt dublu împachetat | Cuvânt dublu (32 biți) | 2 |
| Cuvânt cvadruplu | 64 biți | 1 |

Pentru memorarea unui singur bit – indiferent dacă acesta face parte dintr-un niblu, un octet, un cuvânt sau un cuvânt dublu – memoria nu trebuie să facă altceva decât să păstreze o singură stare – adică să precizeze dacă ceva este adevărat sau fals, pozitiv sau negativ, unu sau zero. Aproape orice poate fi folosit pentru păstrarea unei singure stări – dacă o placă de marmură este într-o grămadă sau în alta, dacă o bucată de marțipan este mâncată sau este încă pe raft, dacă o sarcină electrică este prezentă sau absentă. Singura cerință este ca memoria să aibă numai două stări posibile și ca aceasta să-și mențină starea stabilită. Dacă un element de memorie și-ar schimba starea de la sine, aleatoriu, nu ar avea nici o utilitate, deoarece nu ar păstra informațiile.

Deși posibilitățile de memorare a unei singure stări sunt aproape nelimitate, modul în care sunt folosiți biții fac ca unele tipuri de memorie să fie mai utile decât altele. Cele două stări trebuie să fie ușor de recunoscut de mecanismul care le folosește și să permită trecerea rapidă de la una la alta. De exemplu, un fir de ață legat în jurul degetului vă poate ajuta să rețineți starea unui bit, dar este destul de greu de folosit ca sistem de stocare pentru o mașină. Indiferent de mașină, aceasta ar avea nevoie de un dispozitiv mecanic de legat ața

în jurul degetului și de un mecanism prin care să detecteze prezența ației – o cameră video, un radar de mare precizie sau chiar un sistem cromatografic cu gaz.

Aplicațiile actuale au nevoie de mii și chiar milioane de octeți de memorie. Ca urmare, unitățile de bază pentru măsurarea memoriei sunt multipli mari ai octetului. Deși acești multipli au aceleași prefixe grecești ca și unitățile de măsură din sistemul metric, în lumea calculatoarelor sistemul de măsurare este puțin diferit. Deși prefixul grecesc „kilo" înseamnă o mie, în informatică i s-a atribuit valoarea 1024, cel mai apropiat număr format dintr-o putere binară, $2^{10}$ (doi la puterea a zecea). Unitățile mai mari cresc cu un factor de zece, astfel încât un megaoctet înseamnă de fapt $2^{20}$, iar un gigaoctet are $2^{30}$ octeți. Tabelul 4.3 prezintă numele și valorile unităților de măsură mai mari.

**Tabelul 4.3** Numele și abrevierea unităților mari de măsură pentru stocare

| *Unitate* | *Abreviere* | *Dimensiune în unități* | *Dimensiune în octeți* |
|---|---|---|---|
| Kilooctet | KB or K | 1.024 Octeți | 1.024 |
| Megaoctet | MB or M | 1.024 Kiloocteți | 1.048.576 |
| Gigaoctet | GB | 1.024 Megaocteți | 1.073.741.824 |
| Teraoctet | TB | 1.024 Gigaocteți | 1.099.511.627.776 |
| Petaoctet | PB | 1.024 Teraocteți | 1.125.899.906.843.624 |
| Exaoctet | EB | 1.024 Petaocteți | 1.152.921.504.607.870.976 |
| Zettaoctet | ZB | 1.024 Exaocteți | 1.180.591.620.718.458.879.424 |
| Yottaoctet | YB | 1.024 Zettaocteți | 1.208.925.819.615.701.892.530.176 |

Un alt termen des folosit în conversațiile despre memorie este „banc". Acest cuvânt indică nu o cantitate, ci un mod de aranjare a memoriei. Un *banc* de memorie nu este nimic altceva decât un bloc de stocare luat în calcul ca o singură unitate pentru un anumit scop. De exemplu, un sistem cu comutarea bancurilor conectează și deconectează bancurile sau blocurile de memorie cu microprocesorul.

Atunci când se discută despre sistemul primar de stocare al PC-ului, termenul „banc" are o definiție mai specifică. În acest context, un *banc* de memorie este un bloc de memorie de orice dimensiune, aranjat astfel încât numărul de biți este același cu numărul de conexiuni de date între memorie și microprocesor. Aceasta înseamnă că un banc de memorie pentru un microprocesor Pentium este un bloc de memorie aranjat pe 64 de biți.

Deși, de multe ori, memoria este produsă sub forma unor unități cu lățimea de un octet, PC-urile moderne au magistrale de 32 sau de 64 biți. Pentru aceste magistrale, este nevoie de bancuri de memorie care permit adresarea simultană a patru sau opt octeți. Ca urmare, fiecare banc de memorie din aceste calculatoare este format din patru sau opt module de memorie, toate unitățile având aceeași capacitate.

## Granularitatea

Atunci când proiectanții de sisteme vorbesc despre granularitate, se referă la cel mai mic increment cu care puteți mări memoria calculatorului la un moment dat. Granularitatea depinde de trei factori: lățimea magistralei de date a PC-ului, lățimea magistralei de memorie și dimensiunea minimă a unităților de memorie disponibile. Atunci când lățimea magistralei PC-ului este aceeași cu lățimea magistralei modulelor de memorie utilizate, granularitatea este dată de modulul de capacitate minimă pe care îl acceptă

PC-ul. Dacă magistrala de date a PC-ului depășește lățimea magistralei folosită de module, trebuie să adăugați mai multe module la fiecare creștere a memoriei. Granularitatea este dată de capacitatea totală a tuturor modulelor pe care trebuie să le adăugați în sistem pentru o creștere minimă a memoriei.

De exemplu, dacă aveți un calculator Pentium care folosește module de memorie pe patru octeți (numite module SIMM cu 72 de pini, despre care vom discuta mai târziu) aveți nevoie de cel puțin două module ca să creșteți memoria totală a calculatorului. Deoarece cea mai mică dimensiune a modulelor actuale cu 72 de pini este de 4 MB, mașina dumneavoastră are o granularitate a memoriei de 8 MB. Cele mai multe PC-uri moderne au o granularitate de 8 MB.

Magistrala de date a PC-ului depinde de microprocesor. PC-urile echipate cu microprocesoare 486 au magistrale de date pe patru octeți (32 de biți). Calculatoarele Pentium și Pentium Pro au magistrale de date pe opt octeți (64 de biți).

Cele mai multe PC-uri moderne folosesc module de memorie cu magistrale având lățimi de la unu la opt octeți. Calculatorul determină ce lățime de magistrală trebuie să aibă modulele de memorie utilizate, deoarece această lățime este stabilită de soclurile de memorie de pe placa de bază a PC-ului. Deși încă sunt disponibile module de memorie cu magistrale de 8 biți, acestea sunt folosite de puține calculatoare de nivel Pentium. Primele PC-uri din clasa Pentium foloseau module de memorie pe patru octeți. Calculatoarele moderne echipate cu microprocesoare Pentium II, Celeron, Xeon și Pentium III folosesc module pe opt octeți, cu o interfață de 168 de pini.

Capacitatea modulelor depinde de tehnologia folosită și de prețul pe care sunteți dispus să îl plătiți. Primele module de memorie aveau o capacitate de numai 256 KB. Pe măsură ce tehnologiile folosite au permis, capacitatea modulelor a crescut la 1, 2, 4, 8 și 16 MB. În prezent, din cauza cerințelor mari de memorie, capacitatea minimă a modulelor este de 32 MB. Sunt disponibile și module de 128 MB.

Noile tehnologii folosite pentru memorii au creat un contracurent. Memoria Rambus, pe care mulți producători de calculatoare au adoptat-o pentru mașinile actuale și viitoare, datorită lărgimii de bandă mai mari și performanțelor mai bune, este împachetată cu o granularitate de doi octeți – aceasta însemnând o interfață de 16 biți cu magistrala de memorie. Totuși, datorită modelului radical diferit al memoriei Rambus, pentru fiecare banc al unui PC pe 64 de biți din clasa Pentium este nevoie de un singur modul de memorie. Controllerul de memorie Rambus rezolvă diferențele.

## Cerințe

Cantitatea de memorie de care aveți nevoie pentru un PC depinde de ceea ce vreți să faceți. Chiar și primele PC-uri, echipate cu numai 16 KB de memorie, își îndeplineau funcțiile. În prezent, chiar și o cantitate de memorie de o mie de ori mai mare este insuficientă. Produsele software actuale au nevoie de megaocteți de memorie. Un sistem de operare modern are nevoie de 16 până la 64 MB de memorie numai ca să pornească. Pentru obținerea unor performanțe optime s-ar putea să aveți nevoie de mult mai mult. Cantitatea minimă de care aveți nevoie și cantitatea maximă pe care o puteți folosi în condiții rezonabile depinde de sistemul de operare pe care îl alegeți. Fiecare dintre sistemele de operare populare în prezent – Windows 95, Windows 98, Windows NT sau Windows 2000 – are propriile cerințe și limitări referitoare la folosirea memoriei.

### Windows 95

Windows 95 nu este o singură entitate. Pentru primele versiuni, cerințele de memorie erau modeste. După apariția versiunii OSR2, cerințele au crescut substanțial. Pentru lansarea în execuție a primei versiuni Windows 95, aveați nevoie de numai 4 MB și de multă răbdare. Cu atât de puțină memorie, erați nevoit să petreceți cea mai mare parte a timpului așteptând ca sistemul de operare să-și acopere nevoile de memorie cu octeți de pe disc. Cu alte cuvinte, prima versiune Windows 95 rulată în 4 MB era funcțională, dar frustrant de lentă. Performanțele asigurate de Windows 95 deveneau tolerabile – scăzând probabilitatea de a adormi atunci când treceați de la o aplicație la alta – începând de la 8 MB. Pentru obținerea unei funcționalități complete, multiprocesare și încărcarea simultană a mai multor aplicații, prima versiunea Windows 95 avea nevoie de 16 MB. Versiunile Windows 95 ulterioare *cer* 16 MB și încep să lucreze bine la 32 MB. Pentru oricare dintre versiuni, mai multă memorie înseamnă performanțe mai bune, deși punctul din care începe să se aplice legea răspunsurilor diminuate este atins rapid, la aproximativ 64 MB.

### Windows 98

Cerințele de memorie ale sistemului de operare Windows 98 sunt asemănătoare cu cele ale ultimelor versiuni Windows 95. Puteți lucra, deși destul de greu, cu 16 MB. Pentru a obține performanțe acceptabile, cei mai mulți producători își echipează sistemele cu 32 MB. Punctul din care începe să se aplice legea răspunsurilor diminuate este atins în jur de 128 MB.

### Windows NT

Fiecare versiune a sistemului de operare Windows NT are propriile cerințe de memorie. Versiunea curentă (și ultima, datorită schimbării de nume care face ca Windows 2000 să urmeze după NT), respectiv 4.00, cere 32 MB pentru pornire. Windows NT manipulează memoria mai bine decât versiunile Windows pe 16 biți și folosește mai bine cantități mai mari de memorie. Cei mai mulți utilizatori ai sistemului de operare Windows NT preferă mașinile cu 128 MB. Din acest punct, singura limită este bugetul. Windows NT utilizează avantajos memoria până la capacitatea fizică a celor mai multe PC-uri (adică între 256 și 512 MB), mai ales dacă rulați aplicații care manipulează cantități mari de date, cum ar fi editările video sau audio.

### Windows 2000

Microsoft impune 64 MB ca cerință minimă pentru Windows 2000, iar sistemul de operare se comportă acceptabil la acest nivel de echipare. Ca și în cazul altor versiuni NT, Windows 2000 poate să folosească avantajos cantități de memorie până la limita fizică de capacitate a celor mai multe PC-uri. Dacă ne ghidăm după experiența din trecut, probabil nu veți dori să rămâneți pentru totdeauna la 64 MB. Chiar și ca punct de pornire, se pare că este preferabil să aveți 128 MB, iar atunci când Windows 2000 va face loc versiunii Windows 2002 (sau ce va mai urma), este de așteptat ca nivelul optim (dacă nu chiar punctul de pornire pentru multe PC-uri) să fie 256 MB.

## Acces

Memoria funcționează ca un set complicat de sertare folosite de lucrătorii de la un oficiu poștal ca să sorteze corespondența locală. Fiecărei informații care trebuie stocată i se atribuie o locație de memorie, numită adresă. Fiecare adresă corespunde unui sertar, identificând fără ambiguități fiecare unitate de stocare. Adresa este o etichetă, nu locația de stocare propriu-zisă (care înseamnă o schemă ce conține mici condensatori electronici, bistabili sau rezistențe fuzibile).

Deoarece, de cele mai multe ori, adresele sunt coduri binare, numărul de biți folosiți pentru fiecare cod determină câte locații pot fi adresate fără ambiguități într-un sistem de memorie. Așa cum am arătat anterior, opt biți de adresă permit accesul la 256 de locații de memorie ($2^8 = 256$). Un cod de adresare pe 16 biți poate să definească fără ambiguități 65.536 locații de memorie ($2^{16} = 65.536$). Codurile de adresă disponibile corespund, în general, numărului de linii de adrese ale microprocesorului, deși nu este obligatoriu să fie așa.

Cantitatea de date stocate în fiecare locație de memorie depinde de unitatea de stocare de bază, care variază în funcție de modelul calculatorului. În general, fiecare locație conține numărul de biți pe care calculatorul îi poate prelucra la un moment dat – așa că un calculator pe opt biți (precum PC-urile originale) stochează un octet la fiecare adresă, în timp ce un calculator pe 32 de biți păstrează la fiecare adresă un cuvânt dublu.

Deși microprocesoarele actuale din clasa Pentium au regiștri de 32 de biți și magistrale de date pe 64 de biți, cea mai mică unitate de memorie adresabilă este de patru cuvinte duble, adică 16 octeți. Unitățile de memorie mai mici nu pot fi citite individual din memorie, deoarece acestor microprocesoare le lipsesc cele mai puțin semnificative patru linii din magistrala de adrese. Deoarece microprocesorul preferă să manipuleze datele linie cu linie, nu este necesară o precizie mai mare de adresare.

Pentru scrierea în memorie, atunci când trebuie să modifice un octet individual, cipurile folosesc o tehnologie numită *mascare*. Deși cipurile adresează octetul prin unitatea mai mare în care acesta este conținut, masca împiedică suprascrierea octeților care nu trebuie să fie modificați.

Cipurile de memorie nu se conectează direct la liniile de adrese ale microprocesorului. Circuite speciale, care formează controllerul de memorie, transformă datele binare trimise către registrul de adresare a memoriei într-o formă care poate fi folosită pentru identificarea locației de memorie adresate și pentru obținerea datelor stocate în aceasta. Controllerul de memorie poate fi un simplu circuit logic de decodificare a adreselor sau poate fi un circuit integrat complex, creat special pentru o anumită aplicație și care combină mai multe funcții de îmbunătățire a memoriei.

Pentru citirea memoriei, microprocesorul activează în timpul unui ciclu de ceas liniile de adrese corespunzătoare adresei unității de memorie dorite. Această acțiune funcționează ca o cerere transmisă controllerului de memorie pentru identificarea datelor căutate. În timpul următorului ciclu de ceas, controllerul de memorie plasează pe magistrala de date a microprocesorului biții conținuți în unitatea de stocare dorită. Această operație durează două cicluri de ceas, deoarece controllerul de memorie nu poate fi sigur că adresa este validă până la sfârșitul unui ciclu de ceas. La fel, microprocesorul nu poate fi sigur că datele sunt valide până la sfârșitul următorului ciclu de ceas. Ca urmare, toate operațiile cu memoria durează cel puțin două cicluri de ceas.

Scrierea în memorie funcționează într-un mod asemănător – microprocesorul trimite mai întâi adresa la care urmează să se facă scrierea; controllerul de memorie găsește „sertarul" potrivit; apoi microprocesorul trimite pe magistrala de date informațiile care trebuie scrise. Și în acest caz, pentru efectuarea operației este nevoie de două cicluri de ceas.

Totuși, citirea sau scrierea pot să dureze chiar mai mult de două cicluri de ceas, deoarece tehnologia microprocesoarelor a avansat atât de mult încât a depășit posibilitățile cipurilor DRAM actuale (cel puțin pe ale celor care au prețuri acceptabile). Memoria

sistemului, mai lentă, poate obliga microprocesorul – și restul calculatorului – să aștepte, prelungind timpul de citire/scriere cu unul sau mai multe cicluri de ceas.

## Restricții

Dacă toate celelalte condiții sunt identice, cu cât aveți mai multă memorie, cu atât este mai bine. Din nefericire, ultima dată când totul era egal a fost înainte ca haosul să fie împărțit în lumină și întuneric. Probabil ați dori ca memoria calculatorului să fie nelimitată, dar autorități superioare complotează împotriva dumneavoastră – fizica elementară, de exemplu. Principiul de excluziune al lui Pauli pus în practică: nu puteți să instalați într-un PC mai multă memorie decât încape în carcasă.

Totuși, cu mult înainte de a atinge această limită fizică, ar trebui să depășiți o barieră mult mai puternică (în definitiv, oricând puteți să cumpărați o carcasă mai mare). Multe aspecte legate de proiectarea PC-urilor din lumea reală limitează cantitatea de memorie pe care o poate folosi un sistem. Factorii cei mai importanți sunt limitele de adresare ale microprocesoarelor, limitele de proiectare ale sistemelor și cerința ca memoria folosită de programe să fie contiguă.

### Adresarea microprocesorului

Fiecare microprocesor Intel are limite explicite de adresare a memorie, dictate de modul de proiectare. Mai precis, cantitatea de memorie pe care o poate adresa un anumit procesor este limitată de numărul liniilor de adrese alocate microprocesorului și de caracteristicile interne de proiectare. În mod obișnuit, un microprocesor nu poate să adreseze direct mai multă memorie decât permit liniile de adrese. Deși pentru microprocesoarele moderne această restricție este, în mare măsură, irelevantă, pentru cipurile mai vechi limitele erau foarte reale.

Un microprocesor are nevoie de o modalitate oarecare de a identifica în mod unic fiecare locație de memorie adresată. Liniile de adrese permit acest lucru, alocând fiecărei locații de memorie o anumită combinație de semnale care poate fi codificată pe liniile de adrese ale cipului. Numărul de combinații disponibile determină cantitatea de memorie care poate fi adresată. Desigur, aceste combinații sunt un cod digital.

Numărul de biți din codul de adrese limitează cantitatea de memorie pe care o poate folosi un microprocesor. Numărul liniilor de adrese folosite de cip impune o limită. De exemplu, combinațiile activ/inactiv ale celor 20 de linii de adrese ale microprocesorului original 8088 împiedicau PC-ul să folosească mai mult de 1 MB de memorie. În cazul microprocesoarelor actuale, limita de adresare pe 32 de biți (Pentium) sau 36 de biți (Pentium Pro și mai noi) nu afectează cantitatea practică de memorie care poate fi folosită într-un PC. Proiectarea de ansamblu a sistemului impune limite mult mai modeste.

### Capacitatea sistemului

Nici un PC nu folosește întregul domeniu de adrese la care are acces microprocesorul. Deși sistemul poate avea un cip Pentium sau Pentium III, care poate adresa până la 4 sau 64 GB, nici un sistem nu vă permite să instalați atât de multă memorie.

Din punct de vedere practic, instalarea fizică a unei cantități atât de mari de memorie într-un PC ar fi dificilă folosind tehnologiile actuale de împachetare – dacă nu aveți o carcasă care să se extindă ca un acordeon. Mai mult, deși prețul memoriei este acum mai mic ca niciodată, adăugarea câtorva gigaocteți de memorie ar costa mai mult decât ne putem permite cei mai mulți dintre noi.

Oricum, este greu de crezut că vreți să aveți câțiva gigaocteți de memorie. Numai câteva aplicații specializate au nevoie de un gigaoctet de memorie; probabil nu ați observa nici o diferență între 128 MB și 256 MB atunci când folosiți PC-ul pentru aplicații obișnuite, acasă sau la birou.

Producătorii de PC-uri nu pot să instaleze pe plăcile de bază orice număr de socluri pentru memorie. Toate seturile de cipuri, care formează circuitele elementare ale plăcii de bază, au propriile limite de adresare. Unele nu permit decât 256 MB; altele ajung la 768 MB sau chiar la un gigaoctet. Aceste limite nu pot fi depășite, indiferent de numărul soclurilor instalate pe placa de bază. Pur și simplu, setul de cipuri nu generează semnalele necesare pentru adresarea unei cantități mai mari de memorie.

Rețineți, de asemenea, că și cipurile Pentium au propriile limite de folosire a memoriei utile. Aceste cipuri permit accesul direct la memorie (DMA) numai pentru 1 GB. Deși pot executa unele operații cu adrese mai mari, multe aplicații sunt limitate la memoria aflată sub control DMA.

PC-urile mai vechi au și alte limite privind capacitatea memorie, dar toate aceste limite sunt depășite de PC-urile din clasa Pentium. De exemplu, multe PC-uri 386 care folosesc magistrale de extensie din clasa AT permit, în general, adresarea directă numai până la 16 MB. Motivul acestei restricții de adresare a memoriei este faptul că magistrala AT a fost proiectată cu numai 24 linii de adrese, față de cele 32 de linii ale microprocesorului. Câteva sisteme includ o limită asemănătoare în sistemul de memorie al plăcii de bază, deoarece proiectarea și construirea PC-urilor cu aceste limite era mai simplă și mai ieftină. Alte sisteme limitează memoria la 32 MB, din cauza restricțiilor impuse de cipurile de suport.

Pe măsură ce proiectanții au depășit limita de 16 MB, multe mașini au manifestat probleme de contiguitate, din cauza modului în care era proiectată duplicarea memoriei ROM și a domeniilor de adrese folosite de unele plăci video mai vechi. Aceste sisteme rezervau unul sau mai multe blocuri de memorie din apropierea limitei de 16 MB pentru scopuri specializate. Din nefericire, multe aplicații presupuneau că dispun de memorie contiguă și, ca urmare, nu puteau să folosească octeții aflați dincolo de zona de duplicare sau de domeniul video. PC-urile moderne mută zona de duplicare și domeniile video – dacă le mai folosesc – aproape de limita de adresare de 4 GB a microprocesorului, eliminând astfel problemele de contiguitate.

## Folosirea memoriei cache

Deși nu limitează dimensiunea totală a memoriei, dimensiunea memoriei care poate fi utilizată ca memorie cache limitează cantitatea de memorie utilă. Memoria care nu este acoperită de controllerul de cache este puternic dezavantajată față de restul memoriei.

Cantitatea de memorie acoperită de controllerul de cache depinde de microprocesor și de setul de cipuri cu care este echipat PC-ul. De exemplu, deși microprocesorul Pentium III poate adresa direct 64 MB de RAM, controllerul de cache are acces numai la 4 GB.

Pentru unele seturi de cipuri, cantitatea de memorie care este acoperită de cache depinde de dimensiunea cache-ului secundar instalat în sistem. Un cache mai mare poate să deservească o cantitate mai mare de memorie RAM.

Cele mai multe PC-uri sunt astfel proiectate încât cantitatea totală de memorie care poate fi instalată se înscrie în limitele de acces ale cache-ului. Unele sisteme, în care cache-ul secundar nu este integrat în microprocesor, necesită modernizarea cache-ului atunci când cantitatea totală de memorie depășește o anumită valoare.

În aproape orice sistem actual, echipat cu microprocesor Pentium sau mai nou, cache-ul are acces la cel puțin 128 MB din memoria sistemului. Dacă planificați să extindeți foarte mult cantitatea totală de memorie instalată în PC, verificați dacă nu depășiți limita de accesibilitate a cache-ului secundar.

# Tehnologii

În calculatoarele numerice, este mai simplă stocarea electrică a datelor, deoarece în acest fel calculatorul nu are nevoie de mâini sau de ochi ca să verifice firul de ață, plăcuța de marmură sau bucata de marțipan. Posibile candidate pentru sistemele care stochează starea electrică sunt cele care depind de prezența unei sarcini electrice sau a unui curent electric. Ambele tehnici sunt folosite pentru memoriile de calculator, ca sisteme de stocare primare.

Și o altă formă de energie, magnetismul, poate fi manipulată de circuitele electrice și de calculatoare. De fapt, calculatoarele mainframe din prima generație foloseau o formă de stocare cu miez magnetic. Unii informaticieni mai bătrâni încă mai numesc sistemul principal de stocare „memorie cu miez" („core memory") pornind de la această poveste. În prezent, sistemele de stocare magnetice sunt folosite în mare măsură numai pentru stocarea masivă, deoarece magnetismul înseamnă un pas în plus față de electricitate. Dispozitivele de stocare trebuie să transforme electricitatea în magnetism pentru stocarea biților și să transforme câmpul magnetic în impulsuri electrice ca să citească biții stocați. Procesul de conversie cere timp, energie și efort. Toate acestea se justifică în cazul sistemelor de stocare pe termen lung, pentru care magnetismul reprezintă o modalitate ideală de stocare, dar nu sunt necesare pentru alte utilizări din interiorul calculatorului.

Folosirea circuitelor electrice înzestrează sistemul primar de stocare cu caracteristica de care acesta are cel mai mult nevoie – viteza. Totuși, doar o parte din viteza de reacție este datorată electricității. Mai important este modul în care sunt aranjați biții în sistemul de stocare. Biții sunt stocați în celule de memorie aranjate la fel ca și rafturile folosite pentru stocarea corespondenței – și din aceleași motive. Folosind acest mod de aranjare, se poate obține instantaneu orice scrisoare sau orice bit stocat în memorie, atunci când este necesar. Nu este nevoie ca microprocesorul să citească un șir lung de date ca să găsească informațiile căutate, ci poate să adreseze direct, la întâmplare, orice unitate de stocare. Ca urmare, acest tip de memorie este numită memorie cu acces aleatoriu (Random Access Memory), referită, în mod obișnuit, prin acronimul RAM.

## Memoria cu acces aleatoriu

Marea majoritate a memoriilor folosite pentru calculatoarele personale se bazează pe stocarea sarcinilor electrice, nu a câmpurilor magnetice. Acest lucru este normal, deoarece toate celelalte semnale din interiorul PC-ului sunt electronice. Memoria poate să opereze la viteza circuitelor electronice, fără să fie necesare tehnologii de conversie. Producătorii de cipuri pot să fabrice memorii electronice la fel cum fabrică alte circuite, chiar pe aceleași linii de asamblare. Cel mai important lucru este că memoriile electronice sunt ieftine, fiind cele mai puțin costisitoare dintre tehnologiile cu acces direct.

### Memoria dinamică

Cea mai des folosită modalitate de implementare a memoriei RAM se bazează pe memorii electronice care reprezintă o stare cu ajutorul unor sarcini electrice minuscule. Sarcinile sunt stocate în mici condensatori. Un condensator tipic este format din două plăci metalice separate de un mic spațiu umplut cu un izolator electric. Pe una dintre plăcile metalice poate fi aplicată o sarcină pozitivă și, deoarece sarcinile de semn opus se atrag, aceasta determină apariția unei sarcini negative pe cealaltă placă a condensato-

rului. Izolatorul care separă plăcile metalice împiedică anularea reciprocă a celor două sarcini electrice.

Condensatorul poate funcționa ca o memorie, deoarece calculatorul poate să verifice dacă pe una dintre plăcile condensatorului a fost aplicată sau îndepărtată o sarcină electrică. În acest fel, sarcinile de pe plăcile condensatorului pot să stocheze o singură stare – deci un singur bit de informație.

Într-o lume perfectă, sarcinile aplicate plăcilor unui condensator s-ar păstra la infinit. Una dintre imperfecțiunile lumii reale face ca nici un izolator să nu fie perfect. Întotdeauna este posibil ca o sarcină electrică să treacă prin orice material; deși izolatoarele mai bune micșorează această posibilitate, transferul sarcinilor electrice nu este complet eliminat. Gândiți-vă la un condesator perfect ca la un pahar care își păstrează la infinit conținutul. Un condensator real are, inevitabil, o fisură prin care apa (sau, mai precis, sarcina electrică) se scurge încet-încet. Natura imperfectă a condensatorilor este accentuată de circuitele care le încarcă și descarcă, deoarece și acestea permit scurgerea unor sarcini electrice.

Un astfel de sistem pare să violeze principiul de bază al memoriei – aceasta nu-și poate păstra conținutul prea mult timp. Din fericire, acest sistem bazat pe condensatori își păstrează starea suficient de mult ca să fie util – până la câteva zeci de milisecunde – înainte ca dispariția sarcinilor electrice să ducă la pierderea informațiilor. Cele câteva milisecunde sunt suficiente pentru a fi posibilă proiectarea unor circuite care să reîncarce periodic condensatorii și să reîmprospăteze memoria. De exemplu, unele module SIMM Motorola de 1 MB trebuie să fie reîmprospătate la intervale de 8 milisecunde. Unele module SIMM de 8 MB trebuie să fie reîmprospătate doar la 32 milisecunde.

Reîmprospătarea memoriei este asemănătoare cu adăugarea unei cantități de apă într-un pahar care curge. Desigur, trebuie să fiți destul de rapid ca să turnați apa atât timp cât paharele nu s-au golit complet, astfel încât să stabiliți care dintre acestea trebuie să fie completate și care trebuie să rămână goale.

Pentru a asigura integritatea memoriei, PC-urile reîmprospătează automat memoria la anumite intervale de timp. În timpul perioadei de reîmprospătare, memoria nu este disponibilă pentru operațiile normale. Accesul la memorie face și reîmprospătarea celulelor de memorie. În funcție de modul în care fabricantul proiectează produsele, este posibil ca accesul la o singură celulă să determine reîmprospătarea întregului rând sau a întregii coloane pe care se află celula.

Datorită naturii alternative a memoriei bazate pe condensatori și necesității de întreținere activă prin reîmprospătare, acest tip de memorie este numit *memorie dinamică*. Circuitele integrate care oferă acest tip de memorie sunt numite cipuri RAM dinamice sau DRAM.

Pentru memoriile calculatoarelor personale, în locul condensatorilor formați din plăci metalice sunt folosite circuite semiconductoare speciale care funcționează la fel ca și condensatorii. Un număr mare de astfel de circuite sunt combinate pentru a forma o memorie dinamică integrată pe un cip. Ca și în cazul condensatorilor adevărați, această memorie dinamică trebuie să fie reîmprospătată periodic.

## Memoria statică

În timp ce memoria dinamică încearcă să capteze electricitatea evanescentă și să o țină pe loc, memoria statică permite curentului electric să își continue drumul. Pentru păstrarea unei stări, memoria statică schimbă cursul fluxului electric. Memoria statică operează ca un comutator care poate să permită sau să împiedice trecerea curentului electric.

De fapt, un simplu comutator mecanic poate funcționa ca o memorie statică. Totuși, o astfel de memorie ar trebui să fie comutată manual de o mână umană sau mecanică.

Un comutator care poate fi controlat de electricitate se numește releu și aceasta a fost una dintre primele tehnologii folosite pentru memoriile calculatoarelor. Un releu tipic funcționează ca un zăvor. Aplicarea unei tensiuni determină comutarea releului între o stare în care permite trecerea curentului electric și o stare în care nu permite acest lucru. O parte a curentului electric poate fi folosită pentru a menține energia releului, care, la rândul lui, menține curentul electric. Ca și zăvorul unei uși, un astfel de releu rămâne blocat până când o forță sau un semnal exterior determină modificarea stării, ceea ce duce la deschiderea ușii sau a circuitului.

Tranzistoarele, care se pot comporta ca niște comutatoare, pot fi cablate astfel încât să funcționeze în același mod. În electronică, un dispozitiv care funcționează ca un zăvor este numit uneori bistabil (flip-flop), deoarece își schimbă starea (care stochează un bit de date) precum un candidat politic, care își schimbă opinia atunci când discută subiecte sensibile. Un număr mare de astfel de circuite bistabile cu tranzistoare, miniaturizate și aranjate corespunzător, formează o memorie statică. Memoriile RAM statice sunt deseori numite de profesioniști SRAM. Rețineți că principala diferență dintre memoriile dinamice și cele statice este aceea că memoriile statice nu trebuie să fie împrospătate periodic.

## Memoria numai pentru citire (ROM)

Atât releele, cât și circuitele bazate pe tranzistoare au nevoie de o sursă constantă de electricitate ca să-și mențină starea. Dacă fluxul de curent se oprește, releul se destinde și circuitul își uită starea. Chiar și memoria statică are nevoie de o sursă constantă de electricitate pentru a funcționa. De asemenea, dacă memoria dinamică nu este reîmprospătată periodic, starea memorată se pierde. Atunci când circuitele de memorie nu mai sunt alimentate cu energie, informațiile păstrate se evaporă și nu lasă nimic în urmă. Ca urmare, sistemele de memorie dependente de electricitate se numesc volatile. Pentru menținerea integrității datelor este necesară o sursă constantă de electricitate. O dată cu pierderea electricității, se pierde și conținutul memoriei.

Nu toate memoriile trebuie să aibă posibilitatea de a fi modificate. Așa cum și dumneavoastră ați vrea să țineți minte la nesfârșit anumite lucruri – prima iubire, numele constelațiilor din zodiac, răspunsurile la examenul de chimie – un calculator este mai bun atunci când poate reține anumite lucruri importante, independent de capriciile sursei de alimentare. Probabil cel mai important este codul de program care îi spune microprocesorului că face parte dintr-un calculator și cum trebuie să-și îndeplinească îndatoririle.

În lumea demodată a releelor, puteați să păstrați la infinit o stare a memoriei folosind cu grijă un ciocan. Cu destulă forță și precizie, puteați să vă asigurați că sistemul nu va uita niciodată. În lumea circuitelor semiconductoare integrate, principiul este același, dar instrumentele sunt diferite. Nu aveți nevoie decât de niște comutatoare care nu mai comută – sau, mai precis, comutatoare care au făcut o comutare și s-au blocat. Acest tip de memorie permanentă este atât de valoros în calculatoare, încât a fost implementat într-o întreagă familie de dispozitive, numite memorii numai pentru citire (Read-Only Memory) sau cipuri ROM. Aceste dispozitive sunt numite astfel deoarece calculatorul în care sunt instalate nu le poate folosi pentru stocarea unui nou cod. Din memorie nu poate fi citit decât ceea ce există deja acolo.

În schimb, celălalt tip de memorie, în care microprocesorul poate să scrie și să citească, este numit memorie pentru scriere și citire (Read-Write Memory). Totuși, acest termen

este rareori folosit. Pentru memoriile care permit scrierea și citirea este folosit, în general, termenul RAM, chiar dacă și memoriile ROM permit accesul aleatoriu la conținut.

## Memoria ROM mască

Dacă cipurile ROM nu pot fi scrise de calculator, informațiile conținute de acestea trebuie să provină de undeva. Există un tip de cip, memoria ROM mască, în care informațiile sunt incluse în momentul fabricării acestuia. Masca este modelul de bază folosit pentru desenarea elementelor de circuit pe cip în timpul fabricației. Atunci când elementele de circuit de pe cip sunt crescute pe substratul de siliciu, modelul conține informațiile care vor fi citite din dispozitivul final. Nimic, cu excepția unui ciocan sau echivalentul distructiv al acestuia, nu poate modifica informațiile conținute de acest tip de memorie.

Memoriile ROM mască nu sunt foarte des folosite în calculatoarele personale, deoarece programarea acestora trebuie făcută în timpul fabricării cipului; modificările nu sunt ușor de făcut și cipul trebuie produs în cantități impresionante ca să fie suficient de ieftin.

## Memoria PROM

O altă soluție o reprezintă cipurile de memorie numai pentru citire cu programare (Programmable Read-Only Memory), sau PROM. Circuitele de acest tip sunt formate dintr-o matrice de elemente care funcționează precum siguranțele fuzibile. Un curent prea mare care trece printr-o siguranță fuzibilă determină supraîncălzirea și topirea elementului fuzibil, ceea ce duce la întreruperea curentului, protejând astfel echipamentele sau cablajele împotriva supraîncărcărilor. Cipurile PROM folosesc siguranțele fuzibile ca elemente de memorie. În mod normal, elementele fuzibile dintr-un cip PROM conduc electricitatea la fel ca siguranțele fuzibile care vă protejează casa de un eventual dezastru electric. Ca și siguranțele fuzibile obișnuite, elementele fuzibile dintr-un PROM pot fi arse, oprind trecerea curentului electric. Nu este nevoie decât de un curent electric suficient de mare, furnizat de un aparat special numit programator sau arzător de PROM-uri.

Cipurile PROM sunt fabricate și livrate cu elementele fuzibile intacte. Cipul este apoi adaptat unei anumite aplicații folosind un programator de PROM-uri pentru arderea elementelor fuzibile, unul câte unul, conform cerințelor produsului software care trebuie codificat în cip. Acest proces este numit, de obicei, „arderea“ PROM-ului.

Ca și în cazul incendiilor devastatoare, efectele arderii unui PROM sunt ireversibile. Cipul nu poate fi modificat pentru actualizarea sau revizuirea programului. Cu siguranță, cipurile PROM nu sunt destinate celor care se hotărăsc greu – sau unei industrii în schimbare rapidă.

## Memoria EPROM

Din fericire, dezvoltarea tehnologică a oferit o soluție – memoria numai pentru citire cu programare și ștergere (Erasable Programmable Read-Only Memory), sau EPROM. Fiind un fel de semiconductoare care se pot vindeca, memoriile EPROM pot fi șterse și cipul poate fi refolosit pentru alte date sau programe.

Cipurile EPROM sunt ușor de identificat, deoarece au o fereastră în partea de sus, în centrul capsulei. Invariabil, această fereastră este acoperită cu o etichetă de un tip oarecare – și din motive foarte serioase. Cipul este șters prin iluminare cu raze ultraviolete prin această fereastră. Dacă prin fereastră pătrunde lumină direct de la razele solare, cipul este șters. (Iluminatul de interior nu afectează conținutul cipului, deoarece lumina din încăpere conține o cantitate foarte mică de lumină ultravioletă. În

schimb, lumina directă a soarelui poate șterge cipurile EPROM.) Datorită versatilității, permanenței memoriei și ușurinței de reprogramare, cipurile EPROM sunt nelipsite din calculatoarele personale.

## Memoria EEPROM

Un cip înrudit este memoria numai pentru citire cu programare și ștergere electrică (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), sau EEPROM. În locul unei surse puternice de lumină ultravioletă, cipurile EEPROM au nevoie pentru ștergere doar de o tensiune (sau un curent de intensitate) mai puternică decât cea normală. Posibilitatea de ștergere electrică oferă un avantaj important – cipurile EEPROM pot fi șterse și reprogramate fără să fie scoase din socluri. Cipurile EEPROM oferă echipamentelor electronice, cum ar fi calculatoarele și perifericele acestora, o modalitate de stocare a datelor fără să fie necesară o sursă continuă de electricitate. Rețineți faptul că, în timp ce memoriile EPROM trebuie să fie șterse în totalitate, fiecare octet din cipul EEPROM poate fi șters și rescris independent. Dacă doriți, puteți să modificați orice octet separat. Ca urmare, cipurile EEPROM sunt preferate pentru stocarea parametrilor de configurare a imprimantelor și a altor echipamente periferice. În acest fel, puteți să modificați cu ușurință valorile individuale, având siguranța că acestea vor fi păstrate chiar și după întreruperea alimentării.

Totuși, memoriile EEPROM au un dezavantaj important – pot fi modificate doar de un număr finit de ori. Deși cele mai multe cipuri EEPROM permit zeci sau chiar sute de mii de cicluri de ștergere și reprogramare, acest număr nu este suficient pentru un sistem general de stocare al unui PC, care poate fi modificat de mii de ori pe secundă în timpul folosirii calculatorului. Problema este exacerbată de maniera în care sunt șterse cipurile EEPROM – spre deosebire de cipurile RAM ordinare, în care puteți să modificați orice bit, ori de câte ori doriți, ștergerea unei memorii EEPROM înseamnă ștergerea întregului conținut și rescrierea lui completă. Modificați un bit dintr-o memorie EEPROM, și viața tuturor biților memorați va fi scurtată.

## Memoria flash

O nouă versiune a cipurilor EEPROM este cipul *flash ROM*, numit uneori flash RAM (termenul folosit și în ediția precedentă a acestei cărți – am schimbat termenul pentru a exprima mai bine funcțiile acestui tip de cipuri și pentru a asigura continuitatea în discuția despre tehnologia ROM) sau memorie flash. În loc să fie nevoie de o tensiune specială, mai mare, pentru ștergerea memoriei, cipurile flash ROM pot fi șterse și reprogramate folosind tensiunile normale din interiorul PC-ului. Operațiile obișnuite de citire și de scriere folosesc tensiunea standard de cinci volți, utilizată de cele mai multe circuite logice (nu sunt încă disponibile memorii flash ROM la trei volți.) Pentru o operațiune de ștergere este nevoie de o *supratensiune*, adică o tensiune mai mare decât tensiunea normală de operare a circuitelor unui calculator – de obicei 12 volți.

Pentru proiectanții de sisteme, posibilitatea de reprogramare electrică a memoriilor flash ROM le face ușor de folosit. Din nefericire, memoriile flash ROM au aceleași dezavantaje ca și memoriile EEPROM – durata lor de viață este finită (deși este mai mare decât a cipurilor EEPROM obișnuite) – și trebuie să fie șterse și reprogramate ca unul sau mai multe blocuri, nu ca octeți individuali.

În cazul cipurilor flash ROM din prima generație, întreaga memorie era văzută ca un singur bloc, astfel încât pentru reprogramare trebuia șters întregul cip. Cipurile flash ROM mai noi conțin mai multe blocuri de memorie care pot fi șterse independent, cu dimensiuni

de la 4 KB la 128 KB. Memoriile flash ROM mai vechi sunt numite memorii flash cu *ștergere masivă*, deoarece trebuie să fie șterse în întregime la fiecare reprogramare.

Noile memorii flash ROM cu blocuri multiple sunt disponibile în două variante. Cipurile flash ROM cu *ștergere pe sectoare* sunt împărțite în mai multe zone. Memoriile flash ROM cu *bloc de încărcare* protejează unul sau mai multe blocuri împotriva operațiilor obișnuite de ștergere, astfel încât anumite date speciale – cum ar fi codul firmware care definește modul de operare a memoriei – supraviețuiesc procedurilor normale de ștergere. De obicei, pentru modificarea blocului de încărcare este necesară aplicarea unei supratensiuni pe pinul de reset al cipului, în același timp cu executarea unei operații normale de scriere în blocul respectiv.

Deși memoriile flash ROM moderne pot fi șterse numai pe blocuri, cele mai multe permit scrierea și citirea aleatorie. După ștergerea unui bloc, acesta nu mai conține nici o informație. Toate celulele conțin valoarea zero. Sistemul poate să citească aceste celule goale, chiar dacă nu află prea multe din ele. Operațiile de scriere standard pot schimba valoarea celulelor din zero în unu, dar nu pot face și operația inversă. După ce o celulă a fost modificată astfel încât să conțină valoarea logică unu, printr-o operație de scriere obișnuită, celula va păstra această valoare până când memoria este ștearsă din nou, chiar dacă alimentarea cu energie a calculatorului sau a memoriei flash este întreruptă.

Memoriile flash reprezintă o tehnologie în plină dezvoltare. În cazul primei generații de cipuri, PC-ul sau un alt dispozitiv care folosea cipurile trebuia să țină cont de toate amănuntele operațiilor de ștergere și de scriere. Cipurile actuale conțin propria logică de control și automatizează aceste operații, așa că memoriile flash ROM funcționează asemănător cu memoriile obișnuite. Logica internă controlează sincronizarea impulsurilor folosite pentru ștergerea și scrierea cipurilor, asigură accesul tensiunilor corespunzătoare la celulele de memorie și chiar verifică dacă operațiile de scriere s-au terminat cu succes.

Datorită ușurinței de folosire a memoriilor flash ROM, mulți dezvoltatori au creat emulatoare de disc pe baza acestora. Totuși, pentru o funcționare eficientă și o durată lungă de viață, acestea au nevoie de sisteme de operare speciale (sau versiuni modificate ale sistemelor de operare obișnuite) care micșorează numărul ciclurilor de ștergere și reprogramare.

## Memoria virtuală

Chiar înainte de a apărea ideea primului PC, proiectanții de calculatoare au fost puși în fața aceluiași compromis între memorie și sistemele de stocare masivă. Dispozitivele de stocare masivă existau din belșug și la prețuri mici; memoria era atât de scumpă încât nici cele mai mari corporații nu își permiteau să cumpere toată memoria de care aveau nevoie. În primii ani după apariția calculatoarelor personale, inginerii au încercat să ocolească prețul mare al memoriei, făcând calculatorul să creadă că are mai multă memorie decât exista în realitate. Cu ceva manevre și deplasând o mulțime de octeți, în locul memoriei era folosit spațiul oferit de sistemul de stocare masivă. Inginerii au numit memoria pe care calculatorul crede că o are, dar care nu există în realitate, *memorie virtuală*. Deși costul memoriei a scăzut foarte mult, cerințele de memorie au crescut în același ritm. Cerințele programelor încă depășesc cantitatea de memorie pe care orice persoană sau organizație și-o poate permite (sau ar fi dispusă să o plătească), astfel încât memoria virtuală nu numai că există în continuare, dar este în plină dezvoltare.

În mod obișnuit, microprocesoarele nu pot să folosească discurile ca să păstreze datele cu care lucrează. Și chiar dacă ar putea, această soluție ar reduce foarte mult performanțele, deoarece timpul de acces la disc este de mii de ori mai mare decât timpul de acces la memoriile semiconductoare. Pentru a preveni degradările de performanță și pentru a menține programele active în memoria semiconductoare, sistemele de memorie virtuală schimbă blocuri de cod sau de date între memorie și disc.

## Paginarea la cerere

Cele mai multe PC-uri moderne folosesc o tehnică numită *paginare la cerere*, implementată de microprocesoarele Intel încă de la apariția cipurilor 386. Aceste cipuri au posibilitatea să urmărească conținutul memoriei în timp ce acesta este transferat între disc și memorie în blocuri de 4 KB. Microprocesorul atribuie o adresă datelor din bloc și această adresă rămâne constantă, indiferent de locul în care sunt stocate datele.

După ce memoria fizică se umple, sistemul de memorie virtuală copiază conținutul uneia sau mai multor pagini pe disc, atunci când este nevoie de mai mult spațiu în memorie. Când sistemul are nevoie de datele conținute de blocurile copiate pe disc, paginile cel mai puțin recent folosite sunt copiate pe disc și, în locul lor, sunt aduse de pe disc paginile cerute. Atunci când sistemul încearcă să citească o pagină a cărei adresă nu este disponibilă în memoria reală, se generează o *eroare de pagină*, care determină sistemul de gestionare a memoriei virtuale să se ocupe de detaliile transferului de date între disc și memorie.

Acest tip de control cu reacție se numește *paginare la cerere*, deoarece schimbarea datelor se face numai atunci când microprocesorul încearcă să obțină accesul la o adresă care nu este disponibilă în memorie. Sistemul de gestionare nu face nici o încercare de anticipare a nevoilor microprocesorului.

Tehnologia memoriei virtuale permite PC-ului să ruleze mai multe programe decât ar fi posibil pentru o cantitate dată de memorie fizică. Memoria efectivă pusă la dispoziția sistemului se apropie de spațiul disponibil pe disc. Dezavantajul este că, în acest fel, este micșorată capacitatea discului (deși spațiul de stocare pe disc este substanțial mai ieftin decât memoria – cu aproape două ordine de mărime). În plus, performanțele scad substanțial atunci când sistemul face schimbul de date.

Memoria virtuală este o tehnologie mai veche, datând din vremea calculatoarelor mainframe, când, ca și acum, stocarea pe disc era mai ieftină decât memoria fizică. Multe aplicații DOS folosesc memoria virtuală, și aceasta este parte integrantă a sistemelor de operare Windows încă de la apariția versiunii Windows 386.

Windows folosește un sistem de paginare bazat pe algoritm de tip „cel mai puțin recent folosit”. Aceasta înseamnă că gestionarul de memorie virtuală din Windows (VMM – virtual memory manager) stabilește ce date vor fi comutate pe disc în funcție de momentul în care acestea au fost folosite ultima dată de sistem. Gestionarul Windows VMM păstrează și un tabel cu paginile de memorie virtuală, care specifică ce pagini sunt folosite de fiecare aplicație, ce pagini sunt stocate în memoria fizică și ce pagini sunt stocate pe disc.

Windows stabilește paginile care sunt trecute pe disc în funcție de două indicatoare. Indicatorul de *acces* arată dacă pagina a fost citită sau modificată de când a fost încărcată în memorie. Indicatorul de *modificare* arată dacă pagina a fost modificată.

Atunci când are nevoie de alte pagini în memoria reală, Windows parcurge tabelul de pagini, căutând paginile care nu au nici unul dintre indicatoarele de acces sau de

modificare. În timpul acestei căutări, sistemul resetează indicatoarele de acces, dar nu și pe cele de modificare. Dacă la sfârșitul ciclului nu au fost găsite destule pagini nemarcate, tabelul de pagini este parcurs din nou. De această dată, este posibil să existe mai multe pagini nemarcate, datorită resetării indicatoarelor de acces. Dacă nici în acest caz nu pot fi eliminate destule pagini, gestionarul de memorie virtuală transferă pe disc numărul de pagini necesare, indiferent de indicatoarele cu care sunt marcate.

### Fișierele de schimb

Spațiul de pe disc folosit de sistemul de memorie virtuală are, de obicei, forma unui fișier obișnuit, deși este un fișier cu destinație specială. Inginerii numesc fișierul folosit pentru memoria virtuală *fișier de schimb* (swap file), deoarece este folosit pentru transferarea datelor de pe disc în memorie și din memorie pe disc, în funcție de necesitățile sistemului de operare. Deși primele versiuni Windows aveau mai multe opțiuni pentru controlul fișierelor de schimb – în primul rând, posibilitatea de a alege între un fișier temporar, care creștea pe măsură ce îl foloseați, și un fișier permanent care ocupa pentru totdeauna spațiul de pe disc – Windows 95 a eliminat toate aceste complicații

Sub Windows 95, ca și sub Windows 98, fișierul de schimb combină caracteristicile fișierelor temporare și ale fișierelor permanente. La fel ca fișierele temporare, fișierul de schimb folosit de Windows 95 este dinamic, mărindu-se atunci când sistemul are nevoie de mai multă memorie virtuală și micșorându-se în caz contrar. În plus, acesta poate fi împărțit pe clustere aflate în diferite locuri pe disc și poate rula chiar și pe un disc comprimat.

Windows vă oferă controlul complet asupra fișierului de schimb. Puteți să lansați sistemul de control al memoriei virtuale executând clic pe butonul Virtual Memory (Memorie virtuală) de pe pagina Performance din fereastra Device Manager (Gestionarul de dispozitive). (Deschideți fereastra Device Manager executând clic pe pictograma System din Control Panel.) După ce executați clic pe butonul Virtual Memory ar trebui să vedeți un ecran precum cel din Figura 4.1.

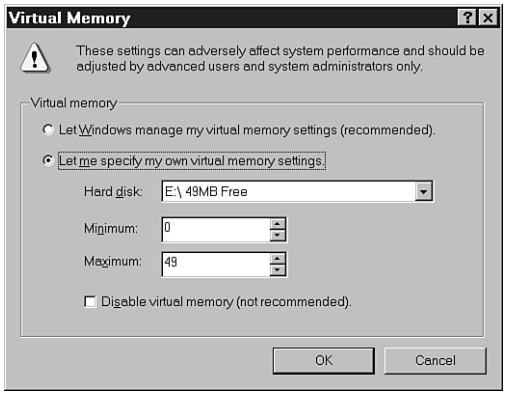



**FIGURA 4.1**

*Fereastra Virtual Memory vă permite controlul asupra fișierelor de schimb folosite de Windows 95 și Windows 98.*

Puteți să lăsați sistemul de operare să aleagă dimensiunea și locul fișierului de schimb sau să controlați direct aceste opțiuni. În mod prestabilit, Windows 95 stochează fișierul de schimb în directorul Windows de pe discul C:. Prin selectarea casetei corespunzătoare, puteți să specificați discul și directorul pentru stocarea fișierului de schimb și să stabiliți dimensiunile minimă și maximă ale acestuia.

## Organizarea logică

Deși poate fi realizată din cipuri de același tip, nu toată memoria unui PC funcționează la fel. Unele programe nu pot să folosească decât o mică parte din memoria disponibilă; unele porțiuni din memorie sunt inaccesibile pentru toate programele.

Gestionarea memoriei depinde, desigur, de microprocesorul folosit pentru construirea calculatorului. Totuși, de-a lungul anilor, microprocesoarele Intel folosite în PC-uri și-au

îmbunătățit spectaculos posibilitățile de folosire a memoriei. În mai puțin de șapte ani, limitele de folosire a memoriei impuse de microprocesor au crescut de patru mii de ori, cu mult peste cerințele oricărui program scris sau doar imaginat – cel puțin până în acest moment.

Dar nici PC-urile, nici aplicațiile nu au ținut pasul cu posibilitățile de folosire a memoriei oferite de microprocesoare. O parte din motivele acestor divergențe sunt legate de deciziile de proiectare oarecum arbitrare luate de IBM pentru crearea primului PC. Dar adevărata explicație este legată chiar de așteptările dumneavoastră. Doriți ca noile PC-uri să fie compatibile cu cele vechi, să ruleze aceleași programe și să folosească aceleași componente hardware pentru extindere. Pentru obținerea acestui grad de compatibilitate, noile generații au moștenit defectele și limitările sistemului de memorie al PC-urilor originale. Îmbunătățirile au adăugat noi posibilități, fără să sacrifice compatibilitatea cu sistemele anterioare (cel puțin nu într-o măsură prea mare), dar aceste lucruri au contribuit la sporirea confuziei legate de memorie.

Ca rezultat, PC-urile păstrează o ierarhie de tipuri de memorie, fiecare cu diferite posibilități și compatibilități, unele utile anumitor aplicații, altele inutile pentru cele mai multe aplicații, cu mici excepții. În loc să se îmbunătățească în timp, fiecare pas înainte contribuie la amalgamarea tipurilor de memorie.

Clasificarea memoriei depinde, cel puțin parțial, de sistemul de operare pe care îl rulați. Una dintre componentele sistemelor de operare este programul de gestionare a memoriei, care elimină diferențele dintre tipurile de memorie.

## Hardware

La nivel hardware, PC-ul împarte memoria în mai multe clase care nu pot fi modificate decât prin ajustări ale componentelor hardware. Cablarea electrică a PC-ului determină funcțiile tipurilor de memorie. Deși procedura de configurare a PC-ului vă poate permite să modificați cantitatea de memorie atribuită pentru unele dintre aceste funcții, parametrii sunt stabiliți în circuitele hardware ale PC-ului. În mod obișnuit, aceștia nu pot fi modificați în timpul rulării programelor, deoarece modificările pe care le faceți nu vor ține seama de ceea ce fac programele. Mai mult, este probabil ca aceste modificări să fie o surpriză pentru programe. De exemplu, un program poate să presupună că un anumit domeniu de adrese este disponibil, în timp ce prin configurarea hardware domeniul respectiv a fost rezervat pentru un alt scop. Este ca și cum ați trage prețul de sub picioarele unei bunicuțe bine intenționate – o cădere în urma căreia aceasta s-ar putea să nu își mai revină.

### Memoria în mod real

Memoria care poate fi adresată în mod real este fundația arhitecturii PC-urilor moderne – sistemul pornește cu memoria în mod real și construiește restul pe baza acesteia.

Pentru a păstra compatibilitatea cu modelele anterioare, microprocesoarele actuale bazate pe tehnologia Intel trebuie să emuleze sistemul de memorie al familiei 8086 originale. Elementul distinctiv al acestui model este operarea în mod real, în care aceste microprocesoare trebuie să fie inițializate. Din cauza modului de proiectare a microprocesorului Intel 8086 original, modul de operare real permite accesul numai la 1 MB de memorie. Deoarece este folosită de microprocesor în timpul operării în mod real, această memorie este numită *memorie în mod real*.

Domeniul de adrese folosit de memoria în mod real începe de la cea mai mică valoare a domeniului de adrese accesibil microprocesoarelor Intel, adică zero. Ultima adresă este

cu un pas înainte de un megaoctet (deoarece numărătoarea începe de la zero, nu de la unu), adică 1.048.575 în zecimal sau 0FFFFF în hexazecimal. Deoarece această memorie se află în partea de jos a domeniului de adrese al microprocesorului, este numită și *memorie de bază*.

Atunci când modul real a fost suplimentat cu modul protejat, o dată cu introducerea microprocesorului 80286, spațiul de adrese a fost lărgit cu un domeniu nou, mai mare și mai exotic. Deoarece acest domeniu era dincolo de limitele accesibile microprocesoarelor și programelor standard în momentul respectiv, domeniul specific modului real a căpătat și denumirea de *memorie convențională*, sugerând că este ceva neconvențional, chiar dubios, în legătură cu adresele care depășesc limita de un megaoctet. În prezent, cele mai convenționale PC-uri sunt vândute cu memorii care depășesc de mai multe ori limitele „convenționale".

## Memoria în mod protejat

Restul memoriei care poate fi adresată de microprocesoarele moderne este numită *memorie în mod protejat*. Așa cum sugerează și numele, această memorie poate fi adresată de microprocesoare numai în timpul rulării în mod protejat. Domeniul de adrese al memoriei în mod protejat se întinde de la limita de sus a memoriei în mod real și până la limita de adresare a microprocesorului. Cu alte cuvinte, acesta începe de la 1 MB – 1.048.576 sau 100000 (Hex) – și se întinde până la 16 MB pentru microprocesoarele 286, la 4 GB pentru microprocesoarele de la 386 la Pentium Pro și Celeron sau până la 64 GB pentru microprocesoarele Pentium II și III (inclusiv Xeon).

Spre a se deosebi de memoria de bază, memoria în mod protejat este numită uneori *memorie extinsă*.

## Memoria joasă

Atunci când au creat primul PC, inginerii de la IBM au rezervat jumătate din domeniul de adrese de un megaoctet al microprocesorului 8088, adică 512 KB, pentru codul BIOS al sistemului și pentru accesul direct al microprocesorului la memoria folosită de sistemul video. Jumătatea inferioară a memoriei a fost lăsată la dispoziția programelor.

Chiar dacă 512 KB păreau destul de mult pentru o perioadă în care 64 KB era cea mai mare cantitate de memorie ce putea fi folosită de majoritatea celorlalte calculatoare, risipa impusă de limita originală a devenit repede evidentă. La mai puțin de un an după lansarea primului PC, inginerii de la IBM au regândit împărțirea memoriei și au decis că încă 128 KB puteau fi atribuiți fără probleme spațiului accesibil pentru programe. Această modificare a lăsat numai 384 KB în partea de sus a domeniului de adrese pentru memoria video și pentru rutinele BIOS.

Acest mod de împărțire persistă încă, lăsând la dispoziția programelor spațiul de adrese de 640 KB din partea de jos a memoriei. Deoarece acest domeniu de adrese se află în partea inferioară a memoriei în mod real, este numită de obicei *memorie joasă*.

Termenul „memorie joasă" este destul de recent și reflectă despărțirea PC-ului de sistemele de operare. Memoria joasă se numea într-o perioadă *memorie DOS*, deoarece programele scrise pentru DOS puteau fi rulate numai în această memorie, iar DOS era singurul sistem de operare semnificativ.

## Zona de date BIOS

IBM a rezervat primul kilooctet din memoria joasă pentru funcții specifice componentelor hardware și sistemului de operare, ca spațiu pentru păstrarea unor informații despre sistem și pentru unele secțiuni speciale de cod, executate la apariția unor

întreruperi software specifice. Printre alte funcții, această zonă de memorie conține datele folosite de funcțiile BIOS, din această cauză fiind numită și *zona de date BIOS*.

Printre octeții din partea de jos a domeniului de adrese se află și vectorii de întrerupere, un set de pointeri care specifică microprocesorului adresele folosite pentru fiecare întrerupere pe care trebuie să o deservească. Tot din acești octeți este rezervat și bufferul de tastatură – 16 octeți în care sunt păstrate ultimele 16 caractere introduse de la tastatură. Acest spațiu temporar de stocare permite calculatorului să accepte tastele pe care le apăsați în timp ce execută o altă operație. La terminarea operației respective, calculatorul revine și prelucrează caracterele pe care le-ați introdus. Sunetele furioase pe care le scoate uneori calculatorul reprezintă forma prin care acesta se plânge că bufferul de tastatură este plin și că nu mai are loc să memoreze ultimele caractere, pe care va continua să le refuze până când poate elibera ceva spațiu în buffer. În plus, în această zonă de memorie sunt stocate diferite indicatoare de sistem, semnalizând anumite condiții interne ale sistemului care pot fi echivalate cu codul unor indicatoare.

## Memoria superioară

Domeniul de adrese aflat deasupra memoriei joase din memoria în mod real se numește, logic, *memorie superioară*. Spre deosebire de domeniul de adrese al memoriei joase care este, în cele mai multe PC-uri, format în totalitate din memorie RAM fizică, memoria superioară este un amalgam de RAM, ROM și spații libere. Nu toate adresele din memoria superioară corespund unor locații fizice de memorie. Unele domenii de adrese sunt atribuite unor funcții specifice de suport pentru sistem, în timp ce alte domenii sunt lăsate nedefinite. Plăcile de extensie pe care le instalați în PC preiau o parte dintre aceste domenii de adrese pentru a permite microprocesorului accesul la codul BIOS stocat în cipurile ROM de pe placă.

În cele mai multe PC-uri, ultimii 32 KB ai memoriei superioare sunt ocupați de memoria ROM care conține codul BIOS al sistemului. Până de curând, toate calculatoarele IBM completau următorii 32 KB, în jos, cu codul de program al limbajului Cassette BASIC.

Posibilitățile de mapare a memoriei oferite de microprocesoarele 386 și mai noi permit dezvoltatorilor de software să remapeze memoria fizică către unele domenii de adrese nefolosite din memoria superioară. Folosind programele de gestionare a memoriei, sistemul de operare DOS poate să ruleze unele programe utilitare în memoria superioară. Ca urmare, acest domeniu de adrese este numit uneori *memorie DOS înaltă*, dar acest termen poate genera confuzii. Datorită modului de proiectare a sistemului de operare DOS, codul unei aplicații normale trebuie să fie stocat într-un bloc contiguu de adrese. Funcțiile de sistem atribuite unui domeniu de adrese din memoria superioară întrerup contiguitatea memoriei superioare și nu permit aplicațiilor DOS să ruleze în acest spațiu de adrese.

## Zona înaltă de memorie (HMA)

Microprocesoarele care au posibilitatea să lucreze cu memoria în mod protejat prezintă o caracteristică interesantă – acestea pot să adreseze mai mult de un megaoctet de memorie în mod real. Dacă un program rulat pe un microprocesor 8088 sau 8086 încearcă să obțină accesul la adrese de memorie mai mari de 1 MB, adresele se „înfășoară“, repornind de la zero. În cazul microprocesoarelor 286 sau mai recente, inclusiv 486 și Pentium, dacă linia a 21-a de adrese este activată (linia care lipsește în cazul microprocesoarelor 8088 și 8086), primul segment de adrese care depășește 1 MB este mapat în memoria extinsă. Această linie de adrese (A20) poate fi activată în timpul

operării în mod real folosind o instrucțiune de program. Ca rezultat, în mod real, microprocesoarele 286 sau mai noi au acces la mai multă memorie.

Această memorie suplimentară – 64 KB minus 16 octeți – este numită *zona înaltă de memorie* (High Memory Area). Deoarece această zonă de memorie nu este adiacentă cu domeniul de adrese al memoriei inferioare, nu poate fi folosită de aplicațiile DOS obișnuite. Totuși, programele de gestionare a memoriei pot să realoce drivere și mici programe utilitare în această zonă de memorie, în același fel în care este folosită și memoria superioară. În zona HMA poate fi încărcat un singur program DOS și acesta trebuie să încapă în cei 65.520 de octeți disponibili.

## Memoria bufferului de cadre

Sistemele video ale calculatoarelor personale sunt mapate în memorie, astfel încât culoarea fiecărui pixel de pe monitor este stocată într-o locație de memorie la care microprocesorul PC-ului are acces direct, având posibilitatea să o modifice, în același fel în care scrie date în memorie. PC-ul păstrează în memorie un cadru de imagine complet. Sistemul video scanează memoria, adresă cu adresă, pentru a afișa cadrul de imagine pe ecran. Memoria în care este păstrat un cadru complet al imaginii se numește *buffer de cadre*.

Deoarece microprocesorul trebuie să aibă acces direct la bufferul de cadre ca să modifice datele (și, ca urmare, pixelii sau punctele) din imagine, memoria folosită pentru bufferul de cadre trebuie să fie inclusă în domeniul de adrese la care are acces microprocesorul. La începutul dezvoltării PC-urilor, IBM a rezervat câteva domenii de adrese pentru bufferele de cadre folosite de diferitele standarde video pe care le-a dezvoltat. Bufferul de cadre pentru sistemul VGA începe imediat după limita de 640 KB a memoriei joase. Memoria atribuită sistemului de afișare monocrom original și încă folosită în modurile de text ale sistemului VGA începe cu 64 KB mai sus.

Sistemele video mai recente decât VGA folosesc deseori domenii de adrese din memoria în mod protejat. Totuși, și acestea folosesc bufferul de cadre VGA, din motive de compatibilitate.

Memoria fizică a bufferului de cadre este, de obicei, separată și distinctă de memoria principală a calculatorului. În cele mai multe PC-uri, bufferul de cadre este o parte a plăcii video instalate într-un slot de extensie. Chiar și PC-urile care încorporează circuitele video pe placa de bază separă bufferul de cadre de memoria principală (deși situația se schimbă în cazul arhitecturii unificate de memorie (Unified Memory Architecture), despre care vom discuta ceva mai târziu). Datorită acestei separări și fiindcă nu poate fi folosită pentru rularea programelor, de obicei memoria rezervată pentru bufferul de cadre nu este inclusă la calculul memoriei totale instalate într-un PC.

O *fereastră de memorie* (memory aperture) este domeniul de adrese folosit de echipamentele periferice pentru operațiile de intrare/ieșire mapate în memorie, dintre care cea mai frecventă este accesul la bufferul de cadre. Aceasta înseamnă că PC-ul trimite date către bufferul de cadre scriind în domeniul de adrese al ferestrei. Controllerul video preia datele, le transformă în imagini și le transmite către monitor.

Deoarece cele mai multe adaptoare video includ propria memorie video, aceste ferestre de memorie nu folosesc memoria RAM instalată în PC. Mai mult, deoarece memoria bufferului de cadre nu este folosită de programe pentru execuție, aceasta nu trebuie să fie contiguă cu restul memoriei din sistem. Excepția apare în cazul arhitecturii unificate de memorie (despre care vom discuta ceva mai târziu), care rezervă un bloc din memoria sistemului pentru a fi folosită ca buffer de cadre.

## Memoria de duplicare

Ultimele generații de calculatoare, pe 32 și 64 de biți, permit accesul la memorie pe magistrale de 8, 16, 32 sau 64 de biți. Deseori este mai convenabilă folosirea pentru magistrala ROM BIOS a unei căi de date pe 16 biți (astfel încât sunt necesare numai două cipuri EPROM, în loc de patru pentru o magistrală pe 32 de biți sau de opt pentru o magistrală pe 64 de biți). Multe plăci de extensie, care pot să conțină extensii BIOS, se conectează la calculatoarele gazdă prin intermediul unor magistrale de date pe 8 biți. Ca rezultat, accesul la aceste zone de memorie nu se poate face la fel de repede ca la memoria RAM pe 32 sau 64 de biți a sistemului gazdă. Problema este destul de importantă, deoarece rutinele BIOS, mai ales cele folosite de adaptorul video, erau la un moment dat codul cel mai des folosit într-un calculator.

Pentru depășirea acestei bariere de viteză, mulți proiectanți de PC-uri au început să folosească duplicarea memoriei (memory shadowing). În acest caz, rutinele din memoria ROM pe 8 sau 16 biți sunt copiate în memoria RAM rapidă pe 32 sau 64 de biți, folosind posibilitățile de gestionare a memoriei oferite de microprocesoarele 80386 și mai noi pentru maparea memoriei RAM la domeniul de adrese folosit de memoria ROM. Executarea rutinelor BIOS este accelerată de patru sau chiar mai multe ori – în mare parte și datorită stărilor de așteptare impuse de memoria ROM, care este mai lentă. Desigur, memoria de duplicare este volatilă și trebuie să fie reîncărcată cu rutinele BIOS la fiecare reinițializare a calculatorului.

Sistemul de operare Windows a schimbat această situație. Windows folosește propriile drivere în mod protejat pentru funcțiile îndeplinite anterior de BIOS. De obicei, aceste drivere sunt executate folosind cod pe 32 de biți în mod protejat (de aici și numele), ceea ce face ca executarea codului BIOS să semene cu folosirea abacului. De fapt, într-un PC modern codul BIOS nu mai este folosit decât la inițializare, înainte de încărcarea sistemului de operare Windows. Din acest punct de vedere, nu mai aveți nici un motiv să folosiți duplicarea memoriei ROM pe un PC modern.

Pentru cele mai multe PC-uri actuale, duplicarea memoriei ROM este o opțiune care poate fi dezactivată în procedurile de configurare avansată. Dezactivarea duplicării memoriei împiedică apariția interferențelor între memoria ROM relocată și adresarea normală a memoriei RAM.

Totuși, în sistemele moderne aveți puține motive să vă amestecați în problemele legate de duplicarea memoriei. Aceasta nu afectează performanțele, deoarece PC-ul o ignoră complet. Impactul asupra memoriei disponibile în cele mai multe PC-uri este nesemnificativ. Deși duplicarea memoriei cauza deseori necazuri în primele sisteme care o foloseau, tehnologia este acum ceva obișnuit și bine înțeles, așa că generează foarte puține probleme.

Memoria de duplicare este încă folosită, deoarece unii utilizatori se așteaptă să o găsească pe calculatoare. În definitiv, niciodată nu știți când veți dori să ștergeți pânzele de păianjen de pe o copie a dischetelor DOS 2.1 și să rulați programul VisiCalc pe PC.

## Memoria cache

Memoria cache folosită de cele mai multe PC-uri actuale pentru asigurarea legăturii între memoria principală și microprocesoare funcționează ca un sistem distinct și separat, în afara controlului programului. Funcțiile acestei memorii sunt determinate numai de componentele hardware ale PC-ului și sunt subordonate numai controllerului de cache. Pentru microprocesor, memoria cache pare a avea adresele datelor pe care le conține.

Cache-ul crește numai viteza, nu și capacitatea sistemului de memorie al calculatorului. Octeții memoriei cache nu sunt incluși la calcularea memoriei totale a unui PC.

## Memoria cu comutare de bancuri

Epuizarea adreselor disponibile nu este doar o problemă a sistemelor de memorie ale calculatoarelor, ci poate fi întâlnită și în alte situații. De exemplu, compania de telefoane, cu mult timp în urmă – pe când exista o singură companie de telefoane – a fost nevoită să rezolve o problemă proprie de adresare, atunci când numărul telefoanelor aflate în uz a depășit cele 10 milioane de numere distincte care puteau fi formate cu 7 cifre. Soluția găsită de compania de telefoane a fost împărțirea țării (și a lumii) în domenii separate, cunoscute acum sub numele de coduri de zonă. Fiecare zonă are la dispoziție toate cele 10 milioane de numere, ceea ce a mărit domeniul de acoperire al numerelor de telefon disponibile cu un factor egal cu numărul codurilor de zonă.

În vremurile când PC-urile erau limitate la câteva zeci de kiloocteți ce puteau fi adresați de microprocesoare, inginerii au dezvoltat o versiune proprie a codurilor de zonă. Au împărțit memoria în *bancuri*, fiecare având dimensiunea domeniului de adresare al microprocesorului. Folosind echivalentul informatic al unui selector de canale, au permis PC-ului să comute oricare dintre bancuri în domeniul de adrese al microprocesorului, lăsându-le pe celelalte în afara controlului cipului. Memoria maximă care putea fi adresată de sistem a devenit produsul între domeniul de adresare al cipului și numărul de bancuri disponibile. Deoarece diferite bancuri erau comutate în sau din domeniul limitat de adrese al sistemului, această tehnică de extensie este numită, de obicei, *comutare de bancuri*.

Folosită inițial în calculatoarele apărute înainte de IBM PC, producători inventivi au adaptat tehnica de comutare a bancurilor la primele modele PC, pentru crearea memoriei expandate. De asemenea, comutarea bancurilor este folosită pentru maparea unui domeniu mai mare de adrese pentru memoria video în domeniul de 64 KB permis în zona înaltă de memorie DOS.

Bancurile de memorie de pe plăcile de bază ale celor mai multe PC-uri moderne nu au nici o legătură cu comutarea bancurilor. Pentru comutarea bancurilor este necesară o placă de memorie specială, cu regiștri de date care îndeplinesc rolul de comutatoare. În plus, programatorii trebuie să scrie aplicații specifice pentru folosirea memoriei cu comutare de bancuri. Programul (sau sistemul de operare sub care rulează acesta) trebuie să urmărească toate comutările de bancuri, pentru a se asigura că la un moment dat sunt folosite bancurile corespunzătoare.

Domeniul mare de adrese al microprocesoarelor actuale a făcut inutilă comutarea bancurilor, cu excepția cazului special al memoriei video. De fapt, cipurile actuale pot să simuleze memoria cu comutare de bancuri (și, în special, memoria EMS) folosind posibilitățile interne de gestionare a memoriei.

## Arhitectura de memorie unificată

O nouă tendință în proiectarea calculatoarelor personale, în special a modelelor cu cost scăzut, este *arhitectura de memorie unificată* (Unified Memory Architecture), uneori abreviată UMA. Acest model unifică memoria din PC, mutând bufferul pentru cadrele video din poziția privilegiată pe care o ocupă, conectat printr-o magistrală la controllerul video, în memoria principală a PC-ului. Cu alte cuvinte, o parte din memoria sistemului este alocată pentru stocarea imaginilor video. Deoarece atât microprocesorul, cât și controllerul video au acces la această memorie, este numită uneori *arhitectură de memorie partajată*.

Principala atracție a acestui model este faptul că reduce costul unui PC. Producătorii nu mai trebuie să plătească pentru memoria de pe placa video. De asemenea, memoria unificată poate să îmbunătățească performanțele generale ale PC-ului, deoarece bufferul de cadre, ca parte a memoriei principale, operează la aceeași viteză ca și aceasta, nu la viteza mai mică, specifică magistralei de extensie sau magistralei locale.

Modelul UMA poate provoca unele confuzii. Deoarece o parte din memoria unui sistem UMA este cedată bufferului de cadre, aceasta nu mai este disponibilă pentru aplicații. Ca urmare, un sistem UMA funcționează ca și cum ar avea mai puțină memorie decât precizează fișa de specificații.

Pentru logica digitală a microprocesorului, modelul UMA nu este cu nimic diferit față de un sistem video convențional. Bufferul de cadre pare a se afla în aceeași poziție logică. Dacă nu s-ar afla în acest loc, aplicațiile nu ar mai avea acces la el. Pe de altă parte, implementarea hardware a arhitecturii UMA este total diferită și, dacă este prost realizată, poate avea efecte dramatice asupra performanțelor generale ale calculatorului.

Modelul convențional de memorie face din memoria video un sistem independent. Aceasta se întreține singură și oferă controllerului video un canal de acces propriu, dedicat, care operează independent de microprocesorul gazdă. În modelul UMA, memoria video face parte din sistemul memoriei principale și este tratată ca și memoria DRAM obișnuită. Procesorul de grafică, dacă există în sistem, trebuie să partajeze accesul la memoria de cadre cu restul sistemului. Este posibil ca microprocesorul să gestioneze și operațiile video, preluând funcțiile cipului de grafică (ceea ce contribuie și mai mult la reducerea costurilor). Ambele situații duc la scăderea performanțelor. Pe de o parte, se pierde avantajul multiprocesării obținute prin folosirea unui accelerator de grafică. Pe de altă parte, deoarece memoria video din modelul UMA este preluată din memoria principală a sistemului, nu poate profita de avantajele folosirii unor cipuri cu viteză mai mare (cum ar fi Video RAM) fără să forțeze întregul sistem să folosească o tehnologie mai costisitoare.

## Software

Pentru programe, cantitatea imensă de memorie din calculatoarele actuale este precum Vestul sălbatic – un câmp aparent nelimitat, sub un cer întotdeauna albastru. Dar când se întâlnesc două programe, șansele de supraviețuire sunt mai mici decât în sălbăticie – nu rămâne nimeni în viață. Programele nu pot fi lăsate libere în memorie, deoarece se ciocnesc și se omoară unul pe altul. Memoria trebuie să fie gestionată și alocată fiecărei aplicații, iar PC-urile moderne lasă sarcina de gestionare în seama sistemului de operare.

Windows folosește cantități impresionante de memorie, dar compensează această extravaganță prin gestionarea memoriei existente. Mai mult, cerând ca programele să fie scrise fără referințe la locații de memorie absolute, Windows, și mai ales Windows 95 și versiunile ulterioare, elimină vechile probleme ale sistemului de operare DOS legate de gestionarea memoriei – cel puțin atât timp cât rulați programe Windows. Windows 95, de exemplu, folosește un model plat de memorie, care elimină dezavantajele legate de arhitectura segmentată a memoriei, introdusă de Intel. Pe de altă parte, fiecare versiune Windows a introdus propria terminologie și un set nou de probleme legate de memorie.

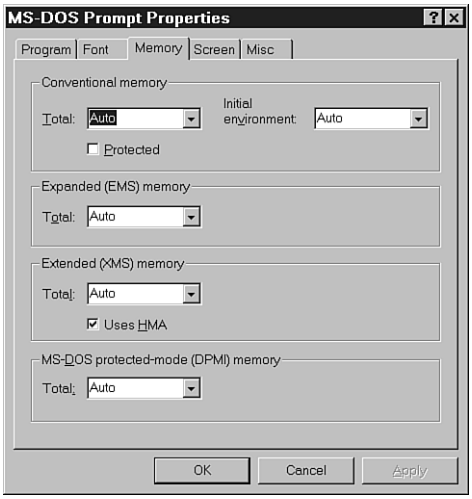
Deși cele mai recente versiuni Windows pot să adreseze și să trateze întreaga memorie a PC-ului ca și cum ar fi un singur bloc, memoria este încă alocată pe domenii funcționale. Fiecare dintre aceste domenii are propriile limitări, deși restricțiile apar numai atunci

când încercați să rulați aplicații mai vechi, proiectate înainte de acceptarea sistemului de operare Windows 95.

## Memoria DOS sub Windows

Vechile aplicații DOS nu respectă regulile sistemului de operare Windows și nu beneficiază de spațiul larg de adresare oferit de Windows. Acestea trebuie să respecte în continuare restricțiile de adresare impuse de DOS – ceea ce înseamnă că nu pot depăși spațiul de 1 MB al operării în mod real. Totuși, atunci când rulați o aplicație DOS mai veche sub o versiune Windows curentă, deseori puteți să folosiți mai multă memorie decât ați fi avut la dispoziție sub DOS. Windows 95 (și versiunile mai noi) permite multor aplicații DOS să folosească dispozitive prin intermediul driverelor de dispozitive virtuale, așa că nu este nevoie să aglomerați cu drivere memoria în mod real din sesiunile DOS. Această metodă eliberează mai multă memorie pentru aplicațiile DOS.

**FIGURA 4.2**
*Pagina de proprietăți Windows MS-DOS Prompt*




Unele aplicații DOS au nevoie de *memorie expandată*. Deși Windows preferă să folosească memoria extinsă, poate să emuleze memoria expandată pentru programele care au nevoie de aceasta. Puteți să controlați această caracteristică cu ajutorul foii de proprietăți MS DOS, așa cum se poate vedea în Figura 4.2.

## Memoria pentru resursele sistemului

Deși Windows vede memoria calculatorului ca un singur spațiu, aceasta este alocată intern pe blocuri cu scopuri specifice. Windows numește aceste blocuri *zone heap* și suma tuturor blocurilor formează *memoria pentru resursele sistemului* (System Resource Memory). Din motive care țin de istoria mediului Windows, aceste blocuri au dimensiuni fixe și pot impune limite destul de severe în timpul operării calculatorului. Chiar dacă aveți zeci de megaocteți disponibili, este posibil să apară o eroare de depășire a memoriei („out of memory”) dacă unul dintre aceste blocuri de memorie își atinge limita de capacitate. S-ar putea chiar ca sistemul să vă spună să descărcați câteva aplicații ca să eliberați memoria, deși această operație vă ajută rareori. Windows nu manipulează foarte bine situațiile de epuizare a resurselor și cea mai bună soluție este, de obicei, reîncărcarea sistemului.

De exemplu, dacă încercați să puneți pe ecran prea multe pictograme, puteți să cauzați apariția unei erori de depășire a memoriei pentru o zonă heap. Windows va raporta că are prea puțină memorie și nu va reuși să afișeze pictogramele, lăsându-le ca niște blocuri negre, chiar dacă aveți la dispoziție mai mulți megaocteți de memorie liberă. Eliberați o parte a memoriei, și pictogramele vor reapărea, dar cauza erorii de memorie – de obicei un program greșit proiectat – va continua să consume resurse, deseori chiar și după ce descărcați aplicația cu probleme.

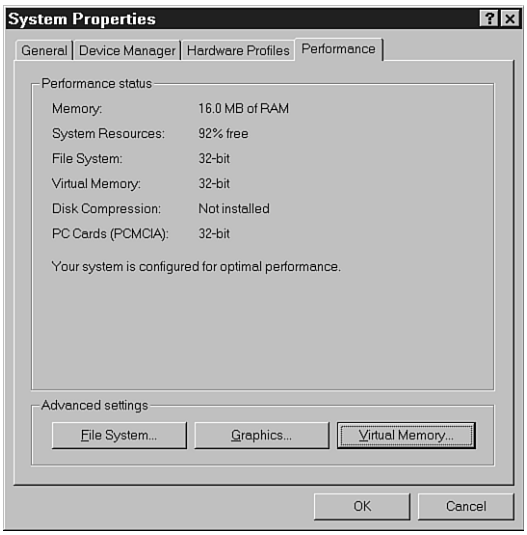



**FIGURA 4.3**
*Pagina Performance din Windows.*

Puteți să verificați resursele de sistem disponibile în Windows 95 și Windows 98, selectând pictograma System din fereastra Control Panel. Dacă selectați eticheta Performance, Windows prezintă lista folosirii memoriei și a resurselor de sistem, așa cum se poate vedea în Figura 4.3.

### Memoria pentru aplicații

Cantitatea de memorie instalată în PC și cantitatea de memorie aflată la dispoziția aplicațiilor nu sunt direct legate, deoarece Windows folosește memoria virtuală. Programele au la dispoziție, în același timp, atât mai mult, cât și mai puțin decât memoria fizică instalată în PC. Memoria virtuală le oferă mai mult. Windows le oferă mai puțin – deoarece folosește o parte din memorie pentru propriile fișiere, care nu ocupă puțin. Aproximativ jumătate din cantitatea de memorie specificată ca minim pentru rularea sistemelor de operare Windows este folosită chiar de Windows. Restul memoriei este partajată de aplicații.

Prin proiectare, Windows poate să adreseze toată memoria instalată în PC. Microsoft și-a propus ca Windows 95 să aibă acces la întreaga capacitate de adresare a microprocesoarelor Intel, precum Pentium și Celeron, adică patru gigaocteți. Totuși, sistemul de operare limitează memoria disponibilă pentru aplicațiile rulate – Windows 95 rezervă jumătate din spațiul de adrese pentru scopuri proprii. Spațiul rezervat include adrese, nu memorie fizică, și nu are efect asupra PC-urilor. Nici unul dintre sistemele existente nu poate să manipuleze 2 GB de memorie fizică, așa că cel puțin jumătate din domeniul de adrese al fiecărui PC rămâne nefolosit.

Deși nu afectează numărul aplicațiilor care pot fi încărcate, cantitatea de memorie fizică instalată într-un PC afectează performanțele sistemului, deoarece Windows trebuie să se bazeze în mai mare măsură pe memoria virtuală. Cu cât sistemul de operare folosește mai rar memoria virtuală, cu atât performanțele sunt mai puțin afectate de accesul la disc. PC-ul va rula cel mai repede atunci când are suficientă memorie fizică pentru încărcarea tuturor aplicațiilor.

## Performanțe

În afara cantității de memorie pe care o aveți instalată pe calculator, un alt aspect important este performanța acesteia. Viteza cu care microprocesorul PC-ului poate să scrie date în memorie sau să extragă date din aceasta este unul dintre principalii factori care determină performanțele generale ale sistemului. Chiar și cel mai rapid microprocesor lâncezește dacă memoria nu poate să îi răspundă destul de repede.

Totuși, performanța memoriei nu este o ecuație cu o singură necunoscută. Deși rezultatul este un singur factor – viteza – obținerea unui anumit nivel de performanță implică o combinație exotică între tehnologiile de fabricare a circuitelor semiconductoare, interconexiunile logice și electrice dintre cipurile de memorie, proiectarea cipurilor și chiar arhitectura sistemului. Aceste probleme nu intră numai în sarcina proiectanților de sisteme. Atunci când vreți să alegeți un nou PC sau vreți să modernizați calculatorul pe care îl aveți deja, vă confruntați cu toate aceste probleme.

## Viteza de lucru a memoriei

Viteza de lucru a memoriei este una dintre cele mai importante limite pentru performanțele unui PC. Cipurile de memorie disponibile la prețuri accesibile nu pot ține pasul cu viteza de prelucrare a microprocesoarelor Pentium actuale.

De fapt, deficiențele de viteză nu sunt ceva nou, apărând încă de la lansarea calculatoarelor echipate cu microprocesoare 80286. Cipurile obișnuite de memorie nu puteau ține pasul cu viteza acestor microprocesoare atât de rapide (după standardele anului 1984). Cipul 80286 putea cere octeți atât de repede încât memoria nu putea să răspundă. Ca urmare, IBM a introdus ceea ce a devenit boala tuturor sistemelor de memorie actuale, *stările de așteptare*. Deși nu mai auziți atât de des de stările de așteptare, PC-ul dumneavoastră le folosește probabil la fiecare acces la memorie. Au devenit ceva la fel de obișnuit ca și aerul – observate și discutate aproape la fel de rar.

O stare de așteptare este exact ceea ce sugerează acest nume; microprocesorul suspendă operația aflată în curs de desfășurare pentru unul sau mai multe cicluri de ceas, ca să dea circuitelor de memorie posibilitatea de a ajunge din urmă microprocesorul. Numărul stărilor de așteptare necesare într-un sistem depinde de raportul între viteza microprocesorului și viteza memoriei.

Viteza microprocesorului este exprimată, de obicei, sub forma unei frecvențe în megahertzi – milioane de cicluri pe secundă – în timp ce cipurile de memorie sunt evaluate în nanosecunde – miliardimi de secundă. Cele două sisteme de măsură sunt reciproce. La viteza de 1 MHz, un ciclu de ceas durează 1000 nanosecunde; 8 MHz (viteza magistralei ISA) înseamnă 125 nanosecunde; 33 MHz (viteza magistralei PCI), 33 nanosecunde; 66 MHz (viteza magistralei de memorie), 17 nanosecunde; 100 MHz (viteza noii magistrale externe), 10 nanosecunde; și așa mai departe.

Cipurile de memorie dinamică sunt evaluate în funcție de viteză; de obicei sunt marcate pe capsulă cu un număr care urmează după model. Acest număr reflectă timpul de acces al cipului, în nanosecunde. Un cip marcat –60 are un timp de acces de 60 nanosecunde, o valoare tipică pentru memoriile EDO. (A se vedea secțiunea „Memoria EDO“ din acest capitol.) Cipurile SDRAM actuale sunt evaluate la 10 sau 12 nanosecunde.

Industria calculatoarelor a trecut de la acest sistem brut de evaluare la unul care reflectă mai direct cerințele PC-ului. În prezent, este mai probabil să alegeți o memorie în funcție de viteza magistralei la care se conectează, cum ar fi magistrala externă (prezentată în secțiunea următoare), la 66 MHz.

Atunci când alegeți memoria pentru un PC, nu trebuie să vă uitați decât la viteza magistralei externe pentru care a fost proiectată. Memoriile mai rapide, la 100 MHz, nu au, de obicei, nici o problemă de operare în sistemele proiectate pentru memorii mai lente, la 66 MHz, dar afirmația inversă nu este valabilă. Sistemele proiectate corespunzător pot să detecteze viteza memoriei instalate și să se adapteze pentru rularea la viteza respectivă. Ca urmare, prin instalarea unei memorii lente într-un sistem rapid se obține

un sistem lent. Dacă amestecați memorii cu viteze diferite – o procedură nerecomandată – sistemul va reduce viteza până la nivelul cerut de memoria cea mai lentă.

## Magistrala externă

Viteza magistralei de memorie dintr-un PC – numită de Intel, de la apariția microprocesoarelor Pentium, *magistrală externă (front-side bus)* – afectează performanțele generale ale sistemului prin doi factori: viteza absolută a magistralei de memorie și viteza relativă, în comparație cu viteza microprocesorului. Dacă ambele sunt mari, se obține un sistem mai rapid.

Două viteze sunt folosite în mod obișnuit pentru magistralele externe: 66 MHz și 100 MHz. Aceste numere ar trebui să fie suficiente ca să vă dați seama că sistemele de memorie cu viteză mai mare sunt cu aproximativ 50% mai rapide.

Pe lângă aceste valori, sunt posibile și alte viteze. Ultimele microprocesoare AMD K6-2 au și o opțiune de lucru cu o viteză intermediară de 95 MHz pentru magistrala de memorie. Unele seturi de cipuri permit și selectarea altor viteze, până la 112 MHz.

În trecut, unele cipuri din clasa Pentium operau și la alte frecvențe, dintre care mai importante au fost 50 și 60 MHz. Încă există sisteme bazate pe cipuri care rulează la aceste viteze mai mici. Nu există, în prezent, sisteme mai lente decât atât. În orice caz, probabil doriți ca magistrala de memorie a PC-ului dumneavoastră să ruleze cât mai repede posibil, având ca țintă viteza maximă actuală, 100 MHz. Către sfârșitul anului 1999, producătorii de calculatoare așteptau ca Intel Corporation să facă publice modele de cipuri proiectate pentru a funcționa pe magistrale externe la 133 MHz.

Viteza memoriei este o fracțiune din viteza microprocesorului, sau, dintr-o altă perspectivă, viteza microprocesorului este un multiplu al vitezei memoriei. Cipuri diferite operează cu factori de multiplicare diferiți. Tabelul 4.4 prezintă cipurile curente și vitezele corespunzătoare ale magistralelor externe.

**Tabelul 4.4** Factori de multiplicare a vitezei

| *Viteza microprocesorului* | *Factor de multiplicare* | *Viteza memoriei* |
|---|---|---|
| 133 | 2 | 66 |
| 150 | 3 | 50 |
| 166 | 2,5 | 66 |
| 180 | 3 | 60 |
| 200 | 3 | 66 |
| 233 | 3,5 | 66 |
| 266 | 4 | 66 |
| 300 | 4,5 | 66 |
| 300 | 3 | 100 |
| 333 | 5 | 66 |
| 350 | 3,5 | 100 |
| 400 | 4 | 100 |
| 450 | 4,5 | 100 |

Așa cum puteți vedea din tabel, singura problemă poate apărea la selectarea unui sistem cu procesor la 300 MHz, deoarece unele sisteme Pentium II au magistrale la 66 MHz, în timp ce altele, mai noi, au magistrale la 100 MHz. Ultimele, desigur, reprezintă o opțiune mai bună.

În orice caz, noua viteză de 100 MHz (sau cea mai apropiată de aceasta) este cea mai bună opțiune pentru un nou PC. Este o caracteristică de care veți avea nevoie. Procesoarele Celeron actuale nu operează cu magistrala externă la 100 MHz. Ultimele cipuri Pentium II și Pentium III controlează cu ușurință viteza de 100 MHz a magistralei externe.

În general, un factor de multiplicare mai mic este mai bun, deoarece asigură o corespondență mai bună între viteza memoriei și viteza microprocesorului. Desigur, pentru obținerea celor mai bune performanțe, este de dorit ca factorul de multiplicare să fie redus prin creșterea vitezei memoriei, nu prin scăderea vitezei microprocesorului. În plus, unele surse raportează că factorii de multiplicare fracționari – 2,5, 3,5 și 4,5 – creează probleme la sincronizarea datelor și nu sunt atât de buni cum v-ar face să credeți simpla comparație matematică. Totuși, deoarece nu aveți mai multe opțiuni (cu excepția vitezei de 300 MHz), problema nu este atât de importantă.

## Intercalarea

Înainte de apariția microprocesorului Pentium, inginerii foloseau deseori *memoria intercalată* pentru a asigura corespondența între cipurile lente de memorie și procesoarele rapide. Memoria intercalată funcționează prin împărțirea memoriei RAM a sistemului în două sau mai multe bancuri. Biții secvențiali sunt păstrați în bancuri alternative, astfel încât microprocesorul trece de la un banc la altul atunci când citește octeții secvențiali. În timp ce un banc de memorie este citit, celălalt este pregătit pentru citire, astfel încât microprocesorul nu este obligat să aștepte. Desigur, dacă microprocesorul trebuie să citească biți neadiacenți din punct de vedere logic, apariția stărilor de așteptare ține de legea probabilității.

Într-un sistem tipic de memorie intercalată, memoria RAM este împărțită în două bancuri de memorie, ceea ce face ca probabilitatea de apariție a unei stări de așteptare să fie de 50%. O intercalare pe patru căi poate reduce stările de așteptare cu 75%.

Deoarece pentru intercalarea memoriei nu este nevoie de cipuri speciale, aceasta a fost probabil cea mai ieftină tehnică de accelerare a vitezei de operare a sistemului. Pe de altă parte, pentru realizarea intercalării pe două căi, aveți nevoie de un număr par de bancuri. Magistrala de date de 64 de biți a cipurilor Pentium a făcut intercalarea și mai puțin practică, așa că această tehnologie a fost repede eclipsată de alte modalități de adaptare a memoriei mai lente – în particular, utilizarea cache-ului.

## Utilizarea cache-ului

Pentru microprocesoarele actuale de mare performanță, cea mai cunoscută tehnică de accelerare a vitezei sistemului de memorie este utilizarea cache-ului. Această tehnică interpune între microprocesor și memoria principală un bloc de memorie rapidă – de obicei, o memorie RAM statică de mare viteză. Un circuit special numit controller de cache încearcă să alimenteze continuu cache-ul cu instrucțiunile și datele de care este cel mai probabil să aibă nevoie microprocesorul în continuare. Dacă informațiile cerute de microprocesor se află deja în memoria RAM statică a cache-ului, acestea pot fi obținute fără stări de așteptare. Acest caz de operare la viteză maximă se numește „succes al cache-ului“ (cache hit). Dacă datele căutate nu se află în memoria cache, sunt obținute

din memoria RAM obișnuită, la viteza de lucru a acesteia. Rezultatul se numește „ratare a cache-ului" (cache miss).

Nu toate cache-urile pentru memorie sunt identice. Diferă prin patru aspecte principale: dimensiune, organizare logică, localizare și mod de operare.

## Dimensiunea memoriei cache

Un factor major care determină succesul cache-ului este cantitatea de informații conținută de acesta. Cu cât cache-ul este mai mare, cu atât poate conține mai multe date și cu atât este mai mare probabilitatea de a conține și datele pe care le va cere sistemul. Evident, cel mai eficient cache ar fi unul care ar dubla în întregime memoria sistemului. Desigur, un cache atât de mare ar fi absurd. Ați putea să folosiți numai cache-ul și să uitați de restul memoriei. Cel mai mic cache poate avea un singur octet, dar acesta ar fi un caz la fel de absurd, deoarece ar fi sigur că următoarea operație de citire nu găsește datele în cache. Cache-urile practice actuale au dimensiuni de la 1 KB (precum cele folosite intern de unele microprocesoare Cyrix) până la câțiva megaocteți. Pentru sistemele de operare actuale, cu posibilități multitasking, dimensiunea cea mai utilizată pentru memoria cache este de 256 KB.

Dezavantajul cache-urilor mai mari este costul. Inevitabil, cipurile SRAM mai rapide costă mai mult, ridicând prețul general al sistemului. Unii producători vă oferă opțiunea scalării cache-ului. În acest fel puteți să începeți de la un cache mai mic și să adăugați noi module SRAM atunci când vi le puteți permite. Un astfel de sistem merită luat în considerare dacă vă așteptați să vă îmbogățiți cândva după cumpărarea unui nou PC.

## Nivelul cache-ului

Cache-urile sunt descrise uneori în funcție de apropierea logică și electrică față de microprocesor. La un moment dat, exista un singur nivel de cache. Microprocesoare mai noi, precum AMD K6-3, oferă posibilitatea de instalare a trei niveluri de cache.

Cache-ul de nivel unu este deseori numit cache primar. De obicei, este cel mai mic cache și cel mai apropiat, din punct de vedere electric, de logica de nucleu a microprocesorului, fiind integrat chiar pe cipul microprocesorului. Aproape întotdeauna operează la aceeași viteză cu logica de nucleu. Toate microprocesoarele actuale au cache-uri primare, cu mărimi între 16 KB și 64 KB.

Cache-ul de nivel doi este deseori numit cache secundar. La un moment dat, cache-ul secundar era separat de microprocesor și lega cipul de sistemul de memorie. Microprocesoarele moderne au preluat funcțiile cache-ului secundar. Începând cu Pentium Pro, cache-ul secundar face parte din ansamblul microprocesorului. În cazul microprocesoarelor Pentium II, Pentium III și Xeon produse de Intel Corporation, cache-ul secundar este format din câteva cipuri separate de logica de nucleu, dar montate în același cartuș ca și nucleul microprocesorului. În cazul microprocesorului Pentium Pro, cache-ul secundar și logica de nucleu sunt încorporate în aceeași capsulă ceramică, așa cum se întâmplă și în cazul cipurilor Celeron care folosesc capsule PGA.

Cache-urile de nivel doi pot opera la orice viteză, de la viteza logicii de nucleu la viteza memoriei, dar rezultatele sunt cu atât mai bune cu cât viteza este mai mare. Microprocesorul Pentium II, de exemplu, operează cache-ul secundar la jumătate din viteza logicii de nucleu. Mărimea cache-ului secundar poate varia de la 128 KB (cele mai multe cipuri Celeron) la 2 MB (unele cipuri Xeon).

Cache-ul de nivel trei – în singura implementare existentă – este extern microprocesorului. Operează la viteza memoriei dar, spre deosebire de memorie, este destul de rapid pentru a nu impune stări de așteptare.

## Descrierea performanțelor cache-ului

Cuantificarea performanțelor cache-ului este destul de dificilă, deoarece depinde de cererile programelor rulate. De exemplu, un mic program utilitar DOS poate încăpea complet în cache-urile interne ale multor microprocesoare, astfel încât nu veți avea niciodată de-a face cu o ratare a cache-ului în timpul rulării programului. Pe de altă parte, același cache poate genera ratări la fiecare acces, dacă rulați mai multe aplicații Windows în același timp.

Modalitatea folosită frecvent pentru descrierea performanțelor unui sistem de memorie este specificarea numărului de cicluri de ceas necesare pentru fiecare acces la transferul unei linii de memorie. De exemplu, microprocesorul 486 are nevoie de patru operații de transfer pentru stocarea sau obținerea unei singure linii, așa că performanțele memoriei pentru un sistem 486 sunt reprezentate printr-o serie de patru numere. De obicei, aceste numere reprezintă performanțele obținute în cazul cel mai favorabil (citirea datelor numai din cache) deși performanțele pot fi mult mai scăzute atunci când apar ratări ale cache-ului.

Cea mai bună performanță a memoriei ar fi 1-1-1-1, adică un ciclu de ceas pentru fiecare cuvânt dublu transferat. În cazul operării în rafale, microprocesoarele 486 și Pentium au nevoie de două cicluri de ceas pentru primul transfer (unul pentru trimiterea adresei și unul pentru citirea sau scrierea datelor), așa că cea mai bună performanță practică este 2-1-1-1. Multe sisteme sunt mult mai lente, unele ajungând la performanțe cum ar fi 6-4-4-4. Deoarece microprocesoarele moderne au nevoie de o linie întreagă de memorie la un moment dat, cel mai mult contează valoarea totală, nu valorile individuale. Performanțele de vârf ajung la cinci cicluri de ceas pentru o linie. Unele sisteme au nevoie de 20 sau mai multe cicluri de ceas pentru transferul unei singure linii.

## Maparea cache-ului

Configurarea logică a cache-ului implică modul în care este organizată și adresată memoria cache, adică modul în care determină microprocesorul dacă informațiile necesare se află sau nu în cache. Există trei opțiuni importante: mapat direct (direct mapped), complet asociativ (full associative) și asociativ pe seturi (set associative).

În cazul cache-ului mapat direct, memoria rapidă a cache-ului este împărțită în unități mai mici, numite linii (corespunzătoare liniilor de stocare folosite de microprocesoarele Intel pe 32 de biți, care permit adresarea memoriei pe multipli de 16 octeți, adică blocuri de 128 de biți), fiecare fiind identificată de un bit de index. Memoria principală este împărțită în blocuri de dimensiunea cache-ului, iar fiecare linie din cache corespunde unei linii din aceste blocuri de memorie. Fiecare linie poate fi extrasă dintr-un bloc diferit de memorie, dar numai de la adresa de linie corespunzătoare poziției din cache. Blocul de memorie din care este extrasă linia este identificat de o etichetă. În acest fel, controllerul de cache – circuitul electronic care controlează operarea cache-ului – poate determina foarte ușor dacă un anumit octet din memoria principală se află în cache-ul mapat direct – nu trebuie decât să verifice eticheta pentru o anumită valoare a indexului.

Problema mapării directe a cache-ului este faptul că, atunci când un program folosește în mod obișnuit adrese cu același index din blocuri diferite de memorie, cache-ul trebuie să fie reîmprospătat foarte des, generând ratări. Deși pentru sistemele monotasking sunt

mai puțin obișnuite, astfel de operații pot apărea foarte des în timpul multitaskingului, ceea ce reduce performanțele cache-ului cu mapare directă.

Soluția opusă este folosirea unui cache complet asociativ. În acest model, fiecare linie din cache corespunde (sau este asociată) oricărei părți din memoria principală. În cache se pot afla linii de octeți extrase din locuri complet diferite din memoria principală. Principalul dezavantaj al acestei tehnici este faptul că controllerul trebuie să verifice adresa fiecărei linii din cache pentru a determina dacă cererea microprocesorului reprezintă un succes sau o ratare. Cu cât sunt verificate mai multe linii, cu atât durează mai mult citirea. Dacă acest timp este foarte lung, este posibil ca memoria cache să răspundă mai încet decât memoria principală.

Un compromis între maparea directă și asocierea completă este cache-ul asociativ pe seturi care, în esență, împarte memoria cache totală în mai multe zone mapate direct. Cache-ul este descris prin numărul de „căi" în care este împărțit. Ca urmare, un cache asociativ pe seturi cu patru căi funcționează ca și cum ar fi format din patru cache-uri mapate direct. Acest aranjament elimină problemele determinate de mutarea între mai multe blocuri de memorie la același index. Ca urmare, un cache asociativ pe seturi asigură, potențial, performanțe mai bune decât un cache cu mapare directă. Din nefericire, o astfel de memorie cache este și mai complexă, ceea ce face ca implementarea tehnologiei să fie mai scumpă. Mai mult, cu cât un cache este organizat pe mai multe căi, cu atât durează mai mult operațiile de căutare executate de controller pentru a determina dacă o anumită informație se află sau nu în cache. Timpul mare de căutare reduce viteza de operare a cache-ului, eliminând avantajele împărțirii în seturi. Cei mai mulți producători de calculatoare personale consideră că un cache asociativ pe seturi cu patru căi este cel mai bun compromis între performanță și complexitate.

## Cache-uri cu operare în rafale

Procesoarele Pentium au nevoie de cache-uri cât mai rapide posibil. O modalitate de creștere a vitezei este trecerea la operarea în rafale (burst mode). Ca și în cazul memoriei principale, operarea în rafale elimină cerința de trimitere a adreselor separate pentru fiecare operație de citire sau de scriere în memorie. În acest mod de lucru sistemul de cache citește sau scrie într-o rafală o secvență continuă de adrese.

În funcție de operația executată (citire sau scriere) operarea în rafale a cache-ului poate să îmbunătățească timpul de acces cu până la 54 de procente. Îmbunătățirea oferită de operarea în rafale variază în funcție de operația executată. Cea mai mare îmbunătățire apare la scrierea în rafale. Pe de altă parte, tehnologia de operare în rafale nu asigură nici o îmbunătățire în cazul citirii unor adrese individuale. Tabelul 4.5 rezumă îmbunătățirile de performanță obținute în cazul folosirii unui cache cu operare în rafale.

**Tabelul 4.5** Compararea performanțelor pentru cache-uri cu operare în rafale și cu operare normală

| *Tipul ciclului* | *Cache cu operare normală* | *Cache cu operare în rafale* | *Îmbunătățire* |
|---|---|---|---|
| Citire în rafale | 3-2-2-2 | 3-1-1-1 | 33% |
| Scriere în rafale | 4-3-3-3 | 3-1-1-1 | 54% |
| O singură citire | 3 | 3 | 0% |
| O singură scriere | 4 | 3 | 25% |
| Citiri succesive în rafale | 3-2-2-2-3-2-2-2... | 3-1-1-1-3-1-1-1... | 33% |

Cipurile de memorie statice obișnuite nu răspund destul de rapid ca să permită operarea în rafale. Există două tehnologii care permit operarea în rafale la mare viteză, prin trecerea de la modelele sincrone la modele asincrone sau folosirea unor cipuri de memorie cu canal.

**Memorii SRAM sincrone cu operare în rafale**

Pentru eliminarea necesității de trimitere a adresei pentru fiecare acces la memorie, memoriile SRAM sincrone cu operare în rafale (synchronous burst SRAM) folosesc un ceas intern ca să calculeze noile adrese după fiecare operație cu memoria. Deoarece cipul incrementează automat adresa de memorie, nu mai este nevoie ca sistemul să trimită o nouă adresă pentru următoarea operație, atât timp cât adresele folosite sunt în secvență.

Termenul „sincron" provine de la cerința inerentă a acestei tehnologii de sincronizare a ceasului intern al memoriei cu restul PC-ului, prin sincronizarea internă cu sistemul extern de memorie. Restricțiile de sincronizare ale modulelor de memorie sunt critice pentru operarea rapidă și fără erori, ceea ce face ca producerea memoriilor SRAM sincrone cu operare în rafale să fie mai scumpă decât a memoriilor cache convenționale (asincrone).

**Memorii SRAM cu canal și operare în rafale**

Cerințele stricte de sincronizare ale cache-urilor sincrone fac producerea acestora mai dificilă. Folosirea memoriilor *SRAM cu canal și operare în rafale* (pipelined burst SRAM) permite obținerea aceluiași nivel de performanță, fără să fie necesară folosirea unui ceas intern sincronizat. Un astfel de modul de memorie conține un registru suplimentar care păstrează elementul următor de date din secvența de citire. În timp ce registrul păstrează datele ce urmează să fie citite, memoria continuă să lucreze intern, obținând datele de la următoarea adresă de la care va fi încărcat canalul de citire. Imediat ce sistemul gazdă citește registrul de ieșire, canalul de citire preia datele de la următoarea adresă și le păstrează în registru, pregătite pentru următoarea operație de citire. Deoarece canalul de citire are întotdeauna pregătite datele care urmează, această formă de memorie poate satisface cererile de date imediat, limitele fiind impuse doar de timpul de acces la registrul de ieșire al canalului.

## Cache-uri interne și externe

Cache-urile pot fi interne sau externe, în raport cu microprocesorul pe care îl deservesc. În general, cache-urile interne sunt mai bune, deoarece pot asigura performanțe optime.

Cache-urile interne nu sunt afectate de restricțiile de proiectare impuse de circuitele externe. Cablarea, dacă este necesară, poate fi foarte scurtă. Semnalele nu trebuie să traverseze conectoare și nu trebuie să se supună capriciilor acestora. Lățimea magistralei nu este limitată artificial de probleme de încapsulare sau de semnale. De exemplu, cache-ul intern de nivel unu al microprocesoarelor de nivel Pentium operează la aceeași viteză cu logica de nucleu, un lucru practic imposibil cu modelele actuale de circuite externe. Cache-ul este conectat cu logica de nucleu printr-o magistrală de cel puțin 128 de biți.

Mutarea cache-ului de nivel doi în interiorul cipului sau al cartușului oferă aceleași viteze potențiale. În plus, simplifică proiectarea sistemului. Inginerii nu mai trebuie să își facă probleme referitoare la cache, deoarece acesta este furnizat o dată cu microprocesorul.

## Cache separat și cache combinat

Când cache-ul este folosit pentru stocarea oricărui tip de informații, indiferent dacă sunt octeți de date sau de instrucțiuni, este numit cache combinat sau cache I+D (instrucțiuni plus date). Uneori, cache-urile primare sunt împărțite funcțional în blocuri separate

pentru date și pentru instrucțiuni. Cache-ul pentru instrucțiuni stochează numai instrucțiuni pentru microprocesor, iar cache-ul pentru date stochează numai date. Această împărțire poate duce la îmbunătățirea performanțelor generale ale sistemului și este efectiv folosită de microprocesoarele Pentium și Pentium Pro, de unele microprocesoare Motorola și de cele mai multe cipuri RISC, inclusiv PowerPC. Seria de microprocesoare Intel 486 folosește un singur cache combinat, atât pentru date, cât și pentru instrucțiuni. Cipurile Intel mai vechi nu au cache-uri integrate.

### Cache-uri cu scriere directă și cu rescriere

Cache-urile diferă și prin modul în care tratează operațiile de scriere în memorie. Cele mai multe cache-uri nu fac nici o încercare de accelerare a operațiilor de scriere. Comenzile de scriere trec imediat de cache, astfel încât scrierea se face simultan în cache și în memoria principală (cu stările de așteptare de rigoare). *Cache-ul cu scriere directă* (write-through cache) este mai sigur, deoarece garantează coincidența permanentă între conținutul cache-ului și cel al memoriei principale. Cele mai multe microprocesoare Intel, inclusiv versiunile curente de microprocesoare Pentium, folosesc tehnologia scrierii directe.

O soluție mai rapidă este *cache-ul cu rescriere* (write-back cache), care permite microprocesorului să scrie modificările în cache și să se întoarcă la lucrul normal. Atunci când timpul permite, controllerul de cache transferă datele modificate în memoria principală.

Principala problemă a cache-urilor cu rescriere este apariția unor perioade de timp în care cache-ul și memoria principală conțin date diferite la aceleași adrese de memorie – de exemplu, atunci când datele sunt citite de pe disc și transferate în memorie printr-un sistem de control care nu implică microprocesorul (sistemul DMA). Controllerul de cache trebuie să urmărească permanent modificările făcute în memoria principală și să se asigure că datele conținute de cache sunt identice cu datele din memorie. Această posibilitate de „spionare” complică proiectarea controllerului – ceea ce îl face mai scump. Totuși, pentru obținerea unor performanțe maxime, cel mai bun model este cache-ul cu rescriere.

O soluție preferată este transferarea responsabilităților de supraveghere a cache-ului unor circuite dedicate, proiectate în acest scop. Pentru calculatoarele personale, sunt disponibile mai multe cipuri care conțin controllere de cache. Unele seturi de cipuri includ și controllerele de cache (a se vedea Capitolul 6, „Seturi de cipuri”).

## Tehnologia DRAM

Cea mai evidentă cale de a face memoria mai rapidă este folosirea unor cipuri mai rapide. Dar, la fel ca slăbitul, renunțarea la fumat și pacea lumii, producerea unor cipuri mai rapide este un subiect despre care este mult mai ușor să vorbești decât să-l pui în practică. Prin proiectarea atentă a cipurilor pentru reducerea întârzierilor interne și prin folosirea ultimelor tehnologii de fabricație, producătorii de cipuri pot obține unele creșteri de performanță. Cele mai rapide cipuri DRAM standard disponibile astăzi asigură timpi de acces între 45 și 50 de nanosecunde. Aceste mici câștiguri sunt greu de obținut și foarte scumpe.

Prin modificarea proiectării de bază a cipurilor, se pot obține performanțe mai ridicate, deseori cu creșteri mai mici ale costurilor de fabricație. În căutarea unor timpi de răspuns mai mici, proiectanții au dezvoltat o serie de noi tehnologii pentru cipurile de memorie. Pentru a înțelege cum funcționează acestea și cum se obține creșterea de

performanță, trebuie să știți mai întâi câteva lucruri despre modul de proiectare a memoriilor standard.

Pentru o discuție despre limitele de viteză și îmbunătățirea cipurilor DRAM, cel mai bine este să începem chiar cu cipurile. Problema critică este modul de organizare a biților stocați și modalitatea de acces la aceștia.

Comparația tradițională între memorie și un dulap cu mai multe sertare este foarte potrivită. Ca și în cazul sertarelor folosite pentru sortarea corespondenței, memoriile organizează sistemul de stocare într-o matrice dreptunghiulară de celule. O comparație mai nouă și mai potrivită poate fi făcută între memorie și o foaie de calcul tabelar, deoarece fiecare celulă de memorie seamănă cu o celulă din foaia de calcul – este identificată în mod unic prin poziție, exprimată ca intersecția dintre un rând și o coloană din matrice. Pentru citirea sau scrierea într-o celulă de memorie, trimiteți cipului adresa coloanei și a rândului, iar cipul vă trimite datele conținute de celula respectivă.

În operarea reală, cipurile sunt ceva mai complexe. Pentru limitarea numărului de conexiuni (și, astfel, a costului), liniile de adresare ale celor mai multe cipuri de memorie sunt *multiplexate*. Aceasta înseamnă că același set de linii este folosit atât pentru trimiterea adresei rândului, cât și a coloanei. Pentru a diferenția adresele de coloane de adresele de linii, cipul folosește două semnale. Semnalul RAS (Row Address Strobe) indică faptul că valoarea de pe linii reprezintă adresa unui rând, iar semnalul CAS (Column Address Strobe) indică faptul că valoarea de pe linii reprezintă adresa unei coloane. Abrevierile acestor semnale, RAS și CAS, au deasupra, de obicei, o linie orizontală care indică faptul că semnalele sunt inversate (complementate logic), adică au semnificație pozitivă atunci când sunt inactive (au valoarea logică zero). Pentru a le provoca inginerilor vise urâte (și pentru a face tipărirea mai ușoară și mai ușor de înțeles), această carte folosește o convenție puțin diferită, punând un semn minus în fața acronimelor respective. Multiplexarea permite ca 12 linii de adrese, plus semnalele -CAS și -RAS, să codifice adresele tuturor celulelor de memorie dintr-un cip de 4 MB (sau un modul de memorie de 4 MB).

În timpul funcționării, controllerul de memorie al PC-ului precizează cipului de memorie mai întâi rândul, apoi coloana pe care se află celula. Cu alte cuvinte, liniile de adrese acompaniate de semnalul -RAS selectează un banc de memorie, apoi un nou set de semnale transmise pe liniile de adrese, acompaniate de semnalul -CAS, selectează celula de stocare dorită.

Deși electricitatea se deplasează cu viteză apropiată de cea a luminii, semnalele nu se pot schimba instantaneu. Trecerea tuturor circuitelor dintr-un cip de la adresarea rândurilor la adresarea coloanelor durează destul de mult, cel puțin în contextul operațiilor executate într-un calculator, adică la nivelul nanosecundelor. Această întârziere, împreună cu necesitatea reîmprospătării memoriei, sunt principalele limite pentru performanțele cipurilor de memorie convenționale. Pentru creșterea performanțelor memoriei, proiectanții de cipuri au dezvoltat diferite scheme de ocolire a acestor limite.

Tehnologiile folosite pentru memorii au evoluat constant. Cipurile DRAM obișnuite s-au dovedit prea lente pentru cerințele microprocesoarelor 386. Producătorii au încercat mai întâi să folosească memorii cu coloane statice, înainte de a trece la cipurile DRAM rapide în mod pagină, metodă care s-a dovedit a fi cea mai solidă pentru industria memoriilor până în 1995. Din acel moment, o nouă tehnologie, „extended data out memory” (memorie cu ieșire de date extinsă), a început să domine industria memoriilor. Următorul pas este memoria EDO cu operare în rafale.

Toate aceste tehnologii, de la paginare la memoriile EDO cu operare în rafale, au în comun aceeași modalitate de adresare a celulelor și se bazează pe aceeași tehnologie, diferind numai prin câteva semnale și prin sincronizare. Aceste tehnologii impun doar mici modificări ale calculatorului și cresc foarte puțin prețul memoriei. Alte tehnologii urmează căi diferite pentru creșterea vitezei. Memoriile DRAM îmbunătățite (Enhanced DRAM), cipurile DRAM cu cache (cached DRAM) și memoriile DRAM sincrone integrează în cipurile individuale cache-uri de mare viteză. Memoriile Rambus DRAM modifică organizarea memoriei și canalul de date din interiorul cipului. Memoriile Video RAM și Windows RAM încearcă să atingă un obiectiv diferit prin alte metode, ajutând PC-ul și memoria acestuia să economisească timp prin executarea simultană a două operații. Cu siguranță veți întâlni una sau mai multe dintre aceste tehnologii în orice PC nou pe care îl cumpărați.

## Memoria RAM cu coloane statice

Prima tehnică de accelerare a operațiilor cu memoria folosită în calculatoarele personale a fost *memoria RAM cu coloane statice* (static column RAM). Prin reproiectarea circuitelor, aceste cipuri permiteau citirea datelor de pe o singură coloană fără stări de așteptare. Accesul la memorie se face prin trimiterea adresei pe liniile de adrese ale cipului, urmată de activarea semnalului -CAS. După înregistrarea coloanei puteți să trimiteți un nou set de adrese și să indicați un nou rând prin activarea semnalului -RAS, menținând activ semnalul -CAS pentru a indica faptul că operarea se face pe aceeași coloană.

## Memoria RAM în mod pagină

Cea mai cunoscută tehnologie pentru memorie folosește o variantă a strategiei de adresare pe coloane. Controllerul de memorie trimite mai întâi adresa unui rând, apoi activează semnalul -RAS. Menținând semnalul -RAS activ, controllerul trimite o nouă adresă și activează semnalul -CAS pentru indicarea unei celule specifice. Dacă semnalul -RAS este menținut în continuare activ, controllerul poate trimite una sau mai multe adrese suplimentare, fiecare urmată de un impuls pe linia -CAS, pentru indicarea altor celule de pe același rând.

În terminologia memoriilor, rândul este numit *pagină*, iar memoriile care permit acest tip de operare sunt numite *memorii RAM în mod pagină* (page-mode RAM).

Principalul avantaj al acestui model este faptul că microprocesorul poate avea acces rapid la mai multe celule de pe aceeași pagină de memorie. Pentru cipurile obișnuite, timpul de acces în cadrul unei singure pagini poate fi redus la 25-30 de nanosecunde, adică destul de puțin ca să elimine stările de așteptare pentru multe PC-uri. Desigur, atunci când trebuie să schimbe pagina, PC-ul trebuie să modifice atât adresa de coloană cât și adresa de linie, cu inevitabilele pierderi de viteză.

## Memoria EDO RAM

Cea mai cunoscută dintre tehnologiile pentru memorii folosite de PC-urile cu magistrale externe la 66 MHz este numită memorie *Extended Data Out* sau memorie *EDO*. Producătorii de calculatoare agreează memoria EDO, deoarece aceasta asigură o viteză suficient de mare pentru a elimina în întregime necesitatea instalării unui cache secundar. Deși memoria EDO asigură performanțe mai bune decât memoria obișnuită în mod pagină, cele mai bune performanțe se obțin în combinație cu un cache.

În loc să fie un model complet nou, memoria EDO este o variantă a memoriei în mod pagină (care permite accesul fără stări de așteptare la biții de pe o singură pagină de

memorie). Memoria EDO folosește un truc elegant. În timp ce memoria convențională se descarcă după fiecare operație de citire și trebuie să fie reîncărcată înainte de a putea fi citită din nou, memoria EDO păstrează datele valide până când primește un nou semnal. Memoria EDO modifică sincronizarea semnalului -CAS. Linia de date rămâne validă pentru o scurtă perioadă după dezactivarea liniei -CAS (trecerea acesteia în „unu" logic). Ca urmare, sistemul nu trebuie să aștepte un ciclu separat de citire, ci poate să citească (sau să scrie) datele imediat ce cipul permite accesul adresei. Acesta nu trebuie să aștepte apariția datelor înainte de a începe o nouă operație de acces, ci le poate citi imediat. Pentru cele mai multe cipuri, între trimiterea adreselor de coloană este necesară o perioadă de așteptare de zece nanosecunde. Modelul EDO elimină această perioadă de așteptare, permițând memoriei să livreze datele către sistem mai repede. Cipurile în mod pagină standard dezactivează datele atunci când este dezactivată linia -CAS. Totuși, pentru ca acest sistem să funcționeze, PC-ul trebuie să indice când a terminat de citit datele. În modelul EDO, controllerul de memorie semnalează acest lucru prin linia Output Enable.

Rezultatul este că memoria EDO poate elimina stările de așteptare suplimentare, mărind performanțele sistemului. Teoretic, memoria EDO poate asigura o creștere a performanței de 50-60 de procente. În realitate, cele mai bune implementări EDO nu cresc performanțele decât cu 10-20% în comparație cu sistemele mai vechi care folosesc cache-uri.

Din punct de vedere fizic, cipurile și modulele SIMM EDO sunt identice cu memoria convențională. Ambele folosesc aceleași tipuri de capsule. Nu puteți deosebi cele două tipuri de memorie la prima vedere, decât dacă vă sunt familiare codurile componentelor. Totuși, diferențele sunt importante. Nu puteți să instalați o memorie EDO în orice PC și să vă așteptați să funcționeze. Sistemul de gestionare este complet diferit, ceea ce înseamnă că sistemul (sau cel puțin codul BIOS al acestuia) trebuie să corespundă tehnologiei de memorie folosite. Deși în cele mai multe PC-uri puteți să instalați SIMM-uri EDO, chiar dacă acestea vor funcționa (deși nu este obligatoriu), vor fi folosite ca memorii obișnuite și nu vor asigura nici un avantaj în privința performanțelor.

Pentru aplicațiile multimedia, diferența dintre un cache mare și o memorie EDO nu va fi observabilă. Cu alte cuvinte, puteți să considerați memoria EDO ca o soluție alternativă la folosirea cache-ului secundar – cel puțin pentru moment.

Principala aplicație a memoriilor EDO a fost înlocuirea cipurilor Fast Page Mode DRAM, pe măsură ce cerințele de performanță au crescut. Apoi, o dată cu apariția magistralelor externe la 100 MHz, tehnologia EDO a fost depășită. Producătorii au fabricat milioane de calculatoare folosind memorii EDO, și multe au rămas pe piață.

Atunci când aveți de-a face cu un PC mai vechi, veți găsi diferențe foarte mici între memoriile EDO și memoriile în mod pagină rapide. Cipurile și modulele construite cu aceste tehnologii sunt identice, cu excepția codurilor de componente. De fapt, diferențele dintre cele două modele sunt atât de mici, încât multe sisteme proiectate pentru memorii în mod pagină acceptă și memorii EDO, deși nu pot beneficia de performanțele acestora. Deși memoriile în mod pagină nu pot să simuleze memoriile EDO, PC-urile mai noi sesisează tipul memoriei instalate și se comportă corespunzător.

Rețineți că evaluarea cipurilor EDO este făcută tot în nanosecunde, ca și a cipurilor în mod pagină. Totuși, la același număr de nanosecunde, memoria EDO va funcționa ca și cum ar fi cu 30 de procente mai rapidă. De exemplu, dacă un cip de memorie în mod pagină la 70 ns poate elimina stările de așteptare pentru o magistrală de memorie la 25 MHz, un cip EDO la 70 ns poate elimina stările de așteptare pentru o magistrală la 33 MHz.

## Memoria EDO DRAM cu operare în rafale

Pentru a mări viteza memoriilor EDO, firma Micron Technology a adăugat pe cip o serie de circuite care implementează operarea în rafale, folosită de microprocesoarele Intel începând cu 486. Noile cipuri de memorie, numite *Burst EDO DRAM* sau BEDO, execută toate operațiile de scriere sau de citire în rafale de patru cicluri de ceas. Aceeași tehnologie este cunoscută și sub numele mai generic *DRAM cu canal și operare pe nibluri* (pipeline nibble mode DRAM), deoarece folosește un canal pentru regăsirea datelor și trimite datele în rafală.

Cipul lucrează asemănător cu memoriile EDO sau DRAM în mod pagină obișnuite, în sensul că trimite datele la ieșire atunci când linia -CAS devine activă. Totuși, în loc să trimită la ieșire un niblu sau un octet – în funcție de lățimea căii de ieșire a cipului – un contor intern pe doi biți trimite cipului patru impulsuri, la fiecare impuls fiind trimis la ieșire un bloc de date (4 sau 8 biți).

Fabricarea memoriilor BEDO este relativ simplă și ieftină, deoarece impune modificări minime față de memoriile EDO sau de memoriile DRAM în mod pagină. De fapt, nu este nici o diferență între măștile folosite pentru cipurile EDO și BEDO. Siliciul de pe cip conține un element fuzibil care determină dacă memoria va funcționa ca EDO sau ca BEDO. Cipul își poate schimba personalitatea (ireversibil) prin arderea elementului fuzibil după fabricarea cipului.

Ca și memoriile EDO, cipurile BEDO sunt evaluate în nanosecunde, dar pentru o viteză dată cipurile BEDO funcționează fără stări de așteptare pe magistrale cu o viteză dublă față de cea permisă de cipurile în mod pagină evaluate la același nivel. Memoriile BEDO realizate cu tehnologia actuală pot funcționa pe magistrale de 66 MHz fără stări de așteptare, folosind cipuri evaluate la 52 ns. Cipurile în mod pagină marcate cu aceeași viteză elimină stările de așteptare numai pentru magistrale de 33 MHz. Există posibilitatea ca modelul BEDO să elimine stările de așteptare chiar și pentru viteze de magistrală mai mari.

## Memoria DRAM sincronă (SDRAM)

Datorită operării multiplexate, cipurile de memorie obișnuite nu pot să lucreze în același pas cu microprocesoarele gazdă. Pentru adresarea normală este nevoie de cicluri alternative. Totuși, prin reproiectarea interfeței de bază, cipurile de memorie pot să furnizeze date la fiecare ciclu de ceas. Deoarece aceste cipuri pot să lucreze sincronizat cu calculatoarele gazdă, se numesc *memorii DRAM sincrone* (synchronous DRAM).

Deși modificarea interfeței cipului poate să elimine strangulările din sistem, această metodă nu face nimic prin ea însăși ca să mărească viteza de operare a cipului. Pentru a ajuta cipurile SDRAM să mențină pasul cu interfața mai rapidă, acestea folosesc și canale. Ca și în cazul microprocesoarelor cu prelucrare prin canalizare, memoriile SDRAM sunt construite cu mai multe faze independente de operare, astfel încât cipul poate începe accesul la o nouă adresă înainte de a termina prelucrarea primei adrese. Tehnica de canalizare este folosită numai pentru adresele de coloane de pe o pagină dată.

Cipurile SDRAM sunt evaluate la viteze foarte mari (număr de nanosecunde foarte mic). Datorită interfeței și canalizării, cipurile SDRAM pot ajunge la viteze de 10 ns, ceea ce le permite deservirea unor sisteme cu magistrale la 100 MHz. Totuși, cipurile curente au alte restricții de sincronizare, așa sistemele cu magistrale la 100 MHz actuale folosesc, deseori, memorii evaluate la viteze și mai mari. În ciuda vitezelor de evaluare atât de mari, este improbabil ca memoriile SDRAM să opereze la viteze mai mari de 100 MHz,

deoarece soclurile SIMM obișnuite nu sunt fiabile la frecvențe mai mari. Acesta este unul dintre motivele pentru care Intel a optat în favoarea unei interfețe complet noi, folosită de memoriile Rambus pentru magistrala externă de 133 MHz.

Rețineți că pentru o viteză dată a magistralei de memorie, evaluarea cipurilor SDRAM trebuie să fie complet diferită de cea a cipurilor bazate pe o tehnologie mai convențională. Tabelul 4.6 rezumă cerințele de viteză ale cipurilor de memorie în diferite tehnologii pentru mai multe viteze obișnuite ale magistralei de memorie.

**Tabelul 4.6** Cerințele de viteză pentru eliminarea stărilor de așteptare folosind diferite tehnologii de memorie

| *Viteza magistralei de memorie* | *Memorii rapide în mod pagină* | *EDO* | *BEDO* | *SDRAM* |
|---|---|---|---|---|
| 25 | 70 ns | *70 ns | *70 ns | *12 ns |
| 33 | 52 ns | 70 ns | *70 ns | 15 ns |
| 50 | N/A | 52 ns | 70 ns | 12 ns |
| 66 | N/A | N/A | 52 ns | 10 ns |
| 100 | N/A | N/A | N/A | 8 ns |
| 133 | N/A | N/A | N/A | N/A |

**Pentru aceeași viteză a magistralei funcționează și cipuri mai lente, dar valorile marcate reprezintă cele mai lente cipuri existente.*

Unul dintre principalele dezavantaje ale modelelor care elimină multiplexarea este necesitatea folosirii mai multor pini, ceea ce înseamnă capsule mai mari decât ale cipurilor convenționale multiplexate. Această cerință impune reproiectarea sistemelor gazdă. Desigur, și operarea mai rapidă, cu furnizarea informațiilor la fiecare ciclu de ceas, cere un suport special. Mulți producători de seturi de cipuri asigură deja suportul pentru memoriile SDRAM.

## Memoria DRAM îmbunătățită (EDRAM)

Memoriile DRAM îmbunătățite (Enhanced DRAM) cresc viteza de operare a memoriilor dinamice cu acces aleatoriu prin includerea pe fiecare cip a unui bloc de memorie cache statică. Cache-ul operează cu viteză mai mare – evaluat de obicei la 15 nanosecunde – astfel încât poate să furnizeze datele solicitate de microprocesorul PC-ului fără să adauge stări de așteptare, în perioadele de reîmprospătare a memoriei DRAM de pe același cip. Cache-ul de pe cipurile EDRAM folosește metoda de mapare directă. Dezvoltatorul și promotorul tehnologiei EDRAM este firma Ramtron, care prezintă patru avantaje principale ale cipului:

- Legarea cache-ului SRAM cu memoria DRAM pe aceeași pastilă de siliciu permite folosirea unei magistrale mai largi pentru conectare. Modelul Ramtron folosește o magistrală de 16.384 de biți. Acest model permite umplerea potențială a memoriei de cache cu o rată de aproximativ 60 GB/sec, în comparație cu rata de numai 110 MB/sec, obținută de cipurile DRAM standard în mod pagină cu cache. Ca rezultat, pentru umplerea cache-ului de pe cip sunt necesare numai 35 nanosecunde, adică de șapte ori mai puțin decât în cazul unei memorii în mod pagină neintercalate cu cache, care are nevoie de 250 nanosecunde pentru aceeași operație.

- Modelul Ramtron folosește o structură de control diferită față de cipurile DRAM convenționale, care permite preîncărcarea memoriei DRAM în timp ce sistemul citește în rafale datele din cache-ul cipului. Această preîncărcare ajută la pregătirea memoriei DRAM pentru ratările cache-ului, micșorând timpul de acces la memorie. Cipurile DRAM obișnuite trebuie să facă atât preîncărcarea memoriei, cât și accesul obișnuit după fiecare ratare a cache-ului.
- Deși cache-ul cipurilor EDRAM folosește un model de scriere directă, scrierile în memoria principală pot fi făcute fără stări de așteptare. Deoarece informațiile care trebuie scrise în memorie sunt trimise către DRAM fără alte informații suplimentare, prima operație de scriere durează numai 7 nanosecunde, iar ciclul normal de scriere pe pagină durează 15 nanosecunde.
- Modelul EDRAM distribuie cache-ul în bancurile de memorie. În sistemele multitasking, distribuirea cache-ului crește probabilitatea de găsire a informațiilor în cache pentru fiecare fir de execuție.

## Memoria DRAM cu cache (CDRAM)

Memoria DRAM cu cache integrat, lansată de Mitsubishi, la fel ca și memoriile EDRAM, conține un bloc de memorie cache pe fiecare cip, dar folosește un model asociativ pe seturi. În plus, primele cipuri de 4 MB oferite de Mitsubishi includ blocuri de cache mai mari decât produsele Ramtron, respectiv 2 KB în loc de 256 de octeți.

Mai mult, cipurile CDRAM folosesc două buffere de câte 16 cuvinte cu lățimea de 4 biți între cache-ul propriu și circuitele externe. Acest mic buffer limitează posibilitatea de ratare a cache-ului la o singură linie.

Spre deosebire de cipurile EDRAM, în cipurile CDRAM cache-ul și memoria DRAM principală au propriile porturi de adrese, astfel încât pot să funcționeze și să fie adresate separat, dar pot să funcționeze și ca un sistem integrat. Cache-ul este destul de rapid ca să livreze o rafală de 16 nibluri la o frecvență de ceas de 100 MHz. De asemenea, cipul permite operarea independentă a celor două buffere, astfel încât acestea pot trimite alternativ date la ieșire, asigurând un flux continuu de date. În plus, cipul poate opera sincron, asigurând performanțe reale la 100 MHz.

## Memoria Rambus DRAM (RDRAM)

Următorul pas în creșterea vitezei memoriei a fost făcut prin revizuirea interfeței între cipurile de memorie și restul sistemului. Principala opțiune este modelul Rambus, dezvoltat de compania cu același nume. Intel a ales tehnologia Rambus pentru proiectarea celor mai rapide sisteme. Anterior, tehnologia Rambus a fost folosită pentru sistemele de jocuri Nintendo-64.

Modelul Rambus folosește un cache static de 2048 de octeți, legat de memoria dinamică de pe cip printr-o magistrală foarte largă, care permite transferul unei pagini întregi în cache într-un singur ciclu de ceas. Cache-ul este destul de rapid ca să furnizeze datele pe care le conține în 15 nanosecunde. În cazul unei ratări a cache-ului, cipul obține datele cerute din memoria principală și, în același timp, transferă în cache toată pagina care conținea datele respective, astfel încât acestea să fie pregătite pentru următoarea operație cu memoria. Deoarece este probabil ca următoarele operații de citire să se facă din cache, partea dinamică a cipului poate fi reîmprospătată fără să răpească timpul sistemului sau să introducă stări de așteptare.

Memoria Rambus nu este conectată la calculatorul gazdă la fel ca memoria standard. Aceasta folosește un model special de magistrală de mare viteză (de aici și numele

Rambus). Indiferent de conexiunea cu microprocesorul gazdă, magistrala între controllerul de memorie și cipurile Rambus are lățimea de un octet. Pentru a compensa lățimea redusă, magistrala lucrează la viteză foarte mare. Magistrala Rambus operează la 250 MHz și proiectarea generală a sistemului permite transferarea a doi octeți la fiecare ciclu de ceas, unul pe frontul ascendent și unul pe frontul descendent al fiecărui impuls de ceas. Viteza magistralei Rambus este izolată de microprocesorul gazdă și este constantă, indiferent de viteza microprocesorului. Rata de transfer maximă (500 MB/sec) se apropie de viteza microprocesoarelor actuale (cu excepția celor mai rapide dintre acestea) și depășește lărgimea de bandă a celor mai multe sisteme de memorie convenționale.

Memoria Rambus este împărțită în trei tipuri: Base Rambus, Concurrent Rambus și Direct Rambus. Ultimul dintre acestea a fost ales pentru PC-uri. Principala diferență practică este viteza. Memoria Base Rambus operează la 600 MHz și oferă o lărgime de bandă de 600 MB/sec; memoria Concurrent Rambus operează la 700 MHz, cu o lărgime de bandă de 700 MB/sec; iar memoria Direct Rambus operează la 800 MHz, cu o lărgime de bandă de 1,6 GB/sec. Pentru obținerea lărgimii de bandă mai mari, memoria Direct Rambus folosește o magistrală de date cu lățimea de doi octeți și un protocol intern de transfer mai eficient, cu o eficiență de aproximativ 95%, în comparație cu 60-80% pentru modelele Rambus mai vechi.

Memoriile Rambus practice pentru PC-uri folosesc un modul special, numit *RIMM* (de la Rambus Inline Memory Module, despre care vom discuta mai târziu) cu o interfață îngustă, de numai 16 biți, dar compensată de viteza mare de operare. Produsele curente operează la 800 MHz și asigură o productivitate[1] la nivel de modul de 1,6 GB/sec.

Memoria Rambus operează ca o mică rețea, transmițând datele în pachete care pot avea până la 256 de octeți. Sistemul folosește propriul limbaj de control pentru controlul memoriei și pentru transferarea octeților. Informațiile suplimentare transmise de sistem ocupă aproximativ 10% din lărgimea de bandă a ratei maxime de transfer a sistemului.

Modelul Rambus este radical diferit și instalarea memoriei Rambus în locul altor tipuri de memorie cere o reproiectare radicală a calculatorului gazdă.

## Memoria DRAM multibanc

În locul unui singur bloc de celule, adresabile prin specificarea rândului și a coloanei, memoria Multibank DRAM, dezvoltată de firma MoSys Incorporated, împarte spațiul de stocare al fiecărui cip în mai multe bancuri. În modelul inițial al cipului Multibank DRAM de 4 megabiți, fiecare dintre cele 16 bancuri conținea 256 kilobiți. Bancurile sunt conectate printr-o magistrală centrală de date care permite accesul individual la fiecare banc.

Datorită acestui mod de proiectare, un banc poate să transmită sau să recepționeze o rafală de date, apoi, în același ciclu de ceas, memoria poate să treacă la un alt banc pentru o altă rafală de date. Deoarece fiecare banc de memorie are propria interfață pe 32 de biți, asemănătoare cu a unei memorii SDRAM, cipurile Multibank DRAM operează foarte rapid. MoSys susține că memoriile pe care le produce asigură rate maxime de transfer de 1 GB/sec.

## Memoria video

Cele mai multe probleme legate de accesul la memorie apar în cazul sistemelor video. Memoria este folosită de sistemele de afișare ca buffer de cadre, în care imaginea de pe ecran este stocată în formă digitală, fiecărui element de imagine corespunzându-i o

1 Productivitatea (*throughput*, în lb. engl.) este măsura capacității de transferare a datelor într-un sistem complex de comunicații sau capacitatea de prelucrare a datelor într-un sistem de calcul. (n. trad.)

unitate de memorie (care poate fi un bit, un octet sau mai mai mulți octeți). Întregul conținut al bufferului de cadre este citit de 44 până la 75 de ori pe secundă, în timp ce imaginea stocată este afișată pe ecranul monitorului. În acest timp este posibil ca PC-ul să încerce să scrie noi informații în bufferul de cadre în vederea afișării unei noi imagini pe ecran.

În cazul cipurilor DRAM normale, operațiile de citire și de scriere nu pot fi făcute simultan. Una dintre operații trebuie să aștepte terminarea celeilalte. Așteptarea afectează negativ performanțele video, viteza generală a sistemului și răbdarea utilizatorilor.

Perioadele de așteptare pot fi evitate prin folosirea unor cipuri speciale de memorie, care au două căi de acces la fiecare locație de stocare. Având două căi de acces, aceste memorii funcționează precum un depozit cu două uși – microprocesorul poate introduce date în depozit pe o ușă în timp ce sistemul video le scoate pe cealaltă. În sens strict, această memorie poate avea două forme: memorie cu două porturi reale, care permit scrierea și citirea simultană, și cipuri de memorie video (deseori numite VRAM – Video Random Access Memory), care au un port ce permite accesul aleatoriu pentru citire și scriere și un port care nu permite decât citirea secvențială (potrivit pentru necesitățile de scanare a imaginii video).

Principalul dezavantaj al tehnologiei VRAM este prețul mai mare, deoarece folosește mai mult spațiu pe cipul de siliciu (o suprafață mai mare cu aproximativ 20%). Costul mai mare este compensat de viteza de lucru superioară. Folosirea memoriei VRAM poate accelera sistemul video cu până la 40%.

### Memoria Windows RAM

Ultima noutate în modelele de memorii VRAM cu porturi duble este memoria Windows RAM (WRAM), creată de Samsung. Așa cum sugerează și numele, cipurile care folosesc această tehnologie sunt potrivite pentru sistemele video destinate interfețelor grafice, precum Windows.

Cipul WRAM de bază conține 8 megabiți aranjați pe planuri de 32 de biți, fiecare fiind o matrice de 512 pe 512 celule. Patru cipuri asigură necesarul de memorie pentru un sistem de afișare cu o rezoluție de 1024x768, pe un spațiu de lucru de 1024x1024, cu o profunzime de 32 de biți, destul pentru operarea TrueColor pe 24 de biți cu un canal alfa suplimentar de 8 biți.

Intern, o magistrală de date de 256 de biți leagă fiecare plan de logica internă de control a cipului, care multiplexează datele pe magistrala cu o lățime de 32 de biți, compatibilă cu circuitele PC-urilor actuale. Pentru a asigura fluxul continuu de date necesar pentru scanarea video, cipul include doi regiștri seriali de date pentru ieșire. Cipul completează un registru în timp ce celălalt trimite datele la ieșire, schimbând regiștrii după ce primul se golește. De asemenea, cipul conține patru regiștri de 32 de biți, doi pentru stocarea culorilor de prim-plan și de fundal și alți doi pentru control și mascare.

Cu o rată de transfer care poate ajunge la 640 MB/sec, memoriile WRAM pot să accelereze sistemele video cu până la 50% față de memoriile VRAM. Deoarece cipurile WRAM folosesc o suprafață mai mică de siliciu, Samsung estimează că vor costa cu aproximativ 20% mai puțin decât cipurile VRAM.

## Erori

Nici un sistem de memorie nu este perfect. Desigur, PC-ul dumneavoastră nu-și va pierde mănușile și nu vă va uita ziua de naștere, dar este posibil ca uneori să mai încurce câțiva biți. Deși s-ar putea ca un bit la câteva milioane să nu pară prea mult, este destul

ca să creeze confuzie în sistem sau, mai rău, să modifice rezultatele unor calcule importante, deplasând virgula zecimală cu câteva poziții spre stânga.

# Cauze

Erorile de memorie care pot apărea într-un PC sunt grupate în două mari categorii: erori soft și erori hard. Oricare dintre acestea vă pot lăsa privind la un ecran pe care nu se mai mișcă nimic, uneori împodobit cu un mesaj criptic care nu vă ajută să recuperați munca de câteva ore. Diferența dintre cele două categorii de erori este remanența. Erorile soft nu sunt decât simple clipiri care dispar tot atât de repede cum au apărut. Erorile hard rămân până când faceți un drum la atelierul de reparații.

## Erori soft

Pentru PC-ul dumneavoastră, o eroare soft este o modificare neașteptată și nedorită. O locație de memorie conține altceva decât ar trebui. Este posibil ca un bit dintr-un cip de memorie să-și modifice aleatoriu starea. De asemenea, s-ar putea ca o variație de tensiune sau un zgomot să fie interpretat ca informație validă. Oricum, un bit va conține o altă valoare decât cea normală, ceea ce este posibil să modifice o instrucțiune sau valoarea unei date.

În cazul erorilor soft, modificările apar în date, nu în componentele hardware. Înlocuirea sau refacerea datelor ori a codului eronat va conduce la reluarea funcționării normale a sistemului. În general, nu este nevoie decât de o reîncărcare – o încărcare la rece este cea mai bună metodă de a reasigura funcționarea corectă a sistemului, datorită procedurilor de autotestare, care verifică toate circuitele, inclusiv memoria. Singura pagubă este timpul pe care îl pierdeți ca să ajungeți din nou la punctul în care a apărut eroarea. Erorile soft sunt una dintre cele mai bune justificări pentru sfatul „salvați mai des“.

Cele mai multe erori soft sunt rezultatul unor probleme în cipurile de memorie sau în circuitele generale ale PC-ului. Mecanismul care generează cele două tipuri de erori soft este complet diferit.

### Erori la nivel de cip

Erorile apărute în interiorul cipurilor de memorie sunt aproape întotdeauna rezultatul descompunerii radioactive. Problema nu este generată de reziduurile nucleare (deși reziduurile nucleare *sunt* o problemă) ci de ceva mult mai banal. Vinovat este plasticul epoxidic din care sunt construite capsulele cipurilor care, la fel ca majoritatea materialelor, poate să conțină câțiva atomi radioactivi. La un moment dat, unul dintre acești atomi radioactivi se va descompune spontan și va trimite o *particulă alfa* către cip. (Aproape toate obiectele conțin atomi radioactivi – nu foarte mulți, dar există. Și, prin definiție, acești atomi radioactivi se descompun spontan la un moment dat.) O particulă alfa este un nucleu de heliu – doi protoni și doi neutroni – având o mică sarcină pozitivă și multă energie cinetică. Dacă o astfel de particulă lovește o celulă de memorie din cip, sarcina și energia pozitivă a particulei pot conduce la modificarea stării celulei, determinând stocarea unei alte valori în bitul de memorie respectiv. Totuși, această minusculă lovitură atomică nu este suficient de puternică pentru a distruge structura de siliciu a cipului.

Apariția unei astfel de erori soft este imprevizibilă, la fel ca și momentul descompunerii unui atom radioactiv. Totuși, dacă luați în calcul un număr suficient de mare de atomi se poate stabili o probabilitate, iar inginerii pot prevedea cât de des va fi afectată o celulă de memorie din cip de o astfel de eroare. Numai că nu pot prezice celula în care va apărea eroarea.

La începuturile PC-urilor, descompunerea radioactivă era cea mai probabilă cauză a erorilor soft din calculatoare. Datorită îmbunătățirilor tehnologice și de proiectare, noile generații de cipuri au devenit mai fiabile, indiferent dacă luați în calcul biții sau întregul cip. De exemplu, un bit dintr-o memorie de 16 KB putea suferi o eroare soft cauzată de descompunerea radioactivă la fiecare miliard de ore. Probabilitatea ca un bit dintr-o memorie modernă de 16 MB să sufere o eroare soft este de unu la două mii de miliarde de ore. Cu alte cuvinte, cipurile de memorie moderne sunt cam de 5000 de ori mai fiabile decât cele din prima generație de PC-uri, iar conținutul unei celule este de 5 *milioane* de ori mai stabil, dacă țineți seama de faptul că a crescut de o mie de ori capacitatea memoriei. Deși condițiile de utilizare influențează probabilitatea de apariție a erorilor, aceasta este atât de mică încât într-un PC obișnuit cu 8 MB de RAM poate să apară o eroare o dată la 10 până la 30 de ani. Probabilitatea este atât de mică, încât cei mai mulți producători de calculatoare o ignoră pur și simplu.

**Erori la nivel de sistem**

Uneori, datele care se deplasează prin sistem sunt afectate de zgomote. Dacă un impuls sau un zgomot este destul de puternic și apare în anumite momente nepotrivite, poate fi interpretat de PC ca bit de date. O astfel de eroare apărută la nivelul sistemului are asupra PC-ului același efect ca și o eroare soft apărută în memorie. De fapt, unele erori apărute la nivelul sistemului pot fi raportate ca erori de memorie; de exemplu, atunci când apar în circuitele dintre cipurile de memorie ale PC-ului și controllerul de memorie.

Cel mai probabil loc de apariție a erorilor soft la nivelul sistemul sunt magistralele PC-ului. O perturbație care apare pe o linie de date poate determina PC-ul să încerce să execute o instrucțiune eronată sau să prelucreze o informație greșită, ceea ce poate duce la o eroare. Este posibil ca PC-ul să încarce în memorie o valoare greșită, care va determina apariția erorii (eventual și blocarea sistemului) într-un moment ulterior. O perturbație pe o linie de adrese poate duce la încărcarea sau salvarea unei valori greșite, ceea ce poate avea același efect ca o eroare pe magistrala de date a sistemului.

Probabilitatea de apariție a unei erori la nivelul sistemului depinde de proiectarea PC-ului. O proiectare care nu ține seama de unele măsuri de siguranță poate să facă sistemul nu doar sensibil la erori, ci chiar predispus la generarea defectelor de curent care cauzează aceste erori. Forțarea sistemului să lucreze la viteze prea mari reprezintă o cauză frecventă a problemelor de acest tip. Singurul lucru pe care puteți să îl faceți pentru prevenirea erorilor soft la nivel de sistem este să vă alegeți cu grijă PC-ul.

## Erori hard

Atunci când o parte a unui cip de memorie se defectează, rezultatul este o eroare hard. De exemplu, un impuls electric puternic poate să „ardă“ una sau mai multe celule de memorie. Simptomele inițiale sunt identice cu cele ale unei erori soft – o eroare de memorie care poate determina obținerea unor rezultate greșite sau blocarea totală a sistemului. Diferența este că eroarea hard nu dispare după reîncărcarea PC-ului. De fapt, este posibil ca PC-ul să nu poată trece testul de memorie după repornire. Există și situații când apar erori repetate, aleatorii, atunci când o celulă de memorie se află la limita dintre viață și moarte.

Erorile hard nu pot fi neglijate. Cipul sau modulul care a generat eroarea trebuie să fie înlocuit.

Rețineți, totuși, că exploatarea memoriei la viteze care îi depășesc capacitatea poate să determine aceleași probleme ca și erorile hard. De fapt, rularea memoriei la viteze mai mari decât cele pentru care a fost proiectată cauzează apariția erorilor hard. Uneori,

puteți să eliminați problemele de acest tip prin adăugarea unor stări de așteptare la ciclurile de memorie – un parametru pe care multe PC-uri vă permit să îl modificați prin procedurile de configurare avansată. Desigur, aceasta va micșora viteza de lucru a calculatorului, astfel încât memoria să poată ține pasul cu restul sistemului. O soluție mai bună este să înlocuiți memoriile prea lente cu unele care pot face față vitezei de lucru a sistemului.

## Detectarea și prevenirea

Cele mai multe PC-uri verifică fiecare bit de memorie în vederea detectării erorilor hard de fiecare dată când porniți calculatorul sau faceți o reîncărcare la rece. Unele PC-uri vă permit să ocoliți procedura de verificare a memoriei ca să economisiți timp. Cu erorile soft, lucrurile stau altfel. Acestea se manifestă rareori la încărcarea sistemului. De obicei, apar în momentele cele mai nepotrivite – ceea ce înseamnă aproape în orice moment al funcționării PC-ului.

Producătorii de PC-uri folosesc două metode de combatere a erorilor de memorie: paritatea și detectarea/corectarea erorilor. Oricare dintre acestea asigură integritatea memoriei sistemului. Care este mai bună – și dacă într-adevăr aveți nevoie de un sistem de compensare a erorilor – este o alegere personală.

### Paritatea

În vremurile când fiabilitatea cipurilor de memorie nu era foarte bună, producătorii de PC-uri au urmat modelul folosit pentru primul calculator personal și au adăugat un bit suplimentar pentru fiecare octet de memorie. Bitul suplimentar a fost numit *bit de verificare a parității* (parity check bit) și permitea calculatorului să verifice integritatea datelor stocate în memorie. Folosind un algoritm simplu, bitul de verificare a parității permitea calculatorului să determine dacă un anumit octet de memorie conținea numărul corespunzător de unu și de zero. Dacă numărul se modifica, sistemul știa că s-a întâmplat ceva.

La stocarea unui octet în memorie, valoarea stocată în bitul de verificare a parității este stabilită astfel încât suma totală a celor nouă biți să fie întotdeauna impară. De fiecare dată când PC-ul citește o anumită porțiune de memorie, controllerul de memorie însumează cei nouă biți folosiți pentru stocarea unui octet, verificând dacă suma (inclusiv bitul de verificare a parității) a rămas impară. Dacă sistemul detectează un total par știe că s-a întâmplat ceva care a determinat modificarea unui bit din octet, invalidând datele.

Ideea care a stat la baza modelului cu paritate folosit pentru calculatorul IBM PC original a fost aceea că este mai rău să aveți date eronate decât să pierdeți unele informații în urma blocării sistemului. În definitiv, datele greșite pot avea ca rezultat cecuri de plată eronate, rapoarte de inventar confuze sau chiar poduri prăbușite, în timp ce blocarea sistemului vă spune imediat că s-a întâmplat ceva nedorit. Ca urmare, cele mai multe dintre primele sisteme erau astfel proiectate încât să se blocheze în momentul descoperirii unei erori de paritate. Atunci când unul dintre aceste sisteme descoperea în memorie un total de paritate greșit, trimitea imediat pe ecran un mesaj de eroare la verificarea parității. Unele sisteme mergeau chiar mai departe, afișând mesajul „Parity Check 1” atunci când problemele de memorie erau descoperite pe placa de bază și „Parity Check 2” atunci când problemele de memorie erau descoperite pe o placă de extensie (o situație puțin probabilă într-un PC modern).

Mulți producători de PC-uri au renunțat la verificarea parității. Motivele acestei schimbări sunt multiple, dar cel mai important este, probabil, costul. Verificarea parității înseamnă 10-15 procente din costul memoriei unui PC, ceea ce ar putea reprezenta diferența dintre

profit și pierdere pe piața calculatoarelor. De asemenea, circuitele de verificare ocupă o parte din spațiul de pe placă, ceea ce poate constitui o problemă pentru sistemele compacte. Deși, în general, modulele de memorie cu și fără paritate pentru calculatoarele desktop au aceeași mărime, cipurile fără paritate permit crearea unor module de dimensiuni mai mici pentru sistemele portabile. Producătorii consideră că fiabilitatea mai bună a memoriilor moderne face inutilă verificarea parității. Fiabilitatea memoriilor oferite de producătorii de marcă este atât de bună, încât într-un PC cu o memorie RAM de 16 MB este foarte improbabil să apară o eroare soft în timpul vieții utile a acestuia.

De asemenea, rețineți că scopul parității este să asigure integritatea datelor. Paritatea nu îmbunătățește fiabilitatea calculatorului. Dacă apare o eroare, sistemul de verificare a parității va bloca PC-ul mai sigur decât eroarea însăși. Cipurile de paritate nu fac decât să vă asigure că nu folosiți în calcule date greșite.

## Paritatea falsă

Memoriile cu paritate falsă reprezintă o metodă de reducere a costului memoriei pentru PC-urile care verifică paritatea. În loc să verifice paritatea memoriei din modul, sistemul de paritate falsă trimite întotdeauna un semnal care indică paritatea corectă a memoriei.

Pentru PC, un modul de memorie cu paritate falsă funcționează la fel ca un modul cu verificarea reală a parității. Această tehnologie servește ca un expedient de proiectare care permite producătorilor de memorii să vândă module de memorie fără paritate pentru PC-urile care acceptă numai memorii cu paritate. Deoarece cipurile care generează paritate falsă sunt mai puțin scumpe decât cipurile cu paritate (în special pentru capacități mari), folosirea acestora permite producătorilor de module să reducă cu aproximativ 10 procente costul unui modul de memorie.

Paritatea falsă are două dezavantaje. De multe ori, reducerile de cost nu ajung la dumneavoastră, cel puțin nu explicit. Modulele cu paritate falsă sunt deseori vândute ca module cu paritate obișnuite, fără nici o indicație privind modificarea tehnologică suferită. Mai mult, modulele cu falsă paritate nu vă oferă protecție împotriva erorilor de paritate care determină apariția unor date eronate în PC. Un modul cu paritate falsă ocolește sistemul de verificare a parității memoriei din PC-ul dumneavoastră.

Totuși, dacă vreți să folosiți module de memorie fără paritate, mai ieftine, într-un calculator care verifică paritatea, modulele cu falsă paritate vă oferă o alternativă. O soluție mai bună este să dezactivați detecția parității (multe dintre PC-urile mai noi vă permit să faceți acest lucru; verificați manualul de instrucțiuni pentru indicații specifice) și instalați module fără paritate.

Din nefericire, unii producători nu identifică modulele cu falsă paritate ca atare și le vând ca module cu paritate reală, ceea ce le aduce profituri suplimentare. În general, modulele cu paritate falsă arată identic cu modulele cu paritate reală. Singura modalitate de identificare este verificarea cu un dispozitiv de testare a modulelor SIMM. Deoarece modulele de memorie cu paritate falsă operează la nivel hardware, programele obișnuite de testare nu le pot detecta.

Uneori, puteți să identificați modulele de memorie cu paritate falsă după codurile inscripționate pe cipurile care generează semnalele pozitive de citire a parității. Acestea arată la fel ca și cipurile obișnuite de memorie și sunt inscripționate cu aceleași etichete. Totuși, conform furnizorului de memorii Kingston Technology, cipurile cu paritate falsă sunt deseori marcate cu una dintre etichetele următoare: BP, GSM, MPEC sau VT.

## Detectarea/corectarea

Verificarea parității nu poate decât să localizeze o eroare de un bit într-un octet. Schemele mai elaborate de detectare a erorilor pot să identifice erori mai grave. Mai mult, dacă sunt implementate corespunzător, aceste scheme pot să corecteze erorile pe un singur bit fără să blocheze sistemul. Această schemă, numită cod de corectare a erorilor (Error Correction Code sau ECC), în forma cea mai eficientă, folosește trei biți suplimentari pentru fiecare octet stocat. Biții suplimentari permit sistemului nu numai să determine apariția unei erori, ci și să identifice bitul care s-a modificat, astfel încât eroarea să fie corectată. Uneori această tehnologie este numită detectarea și corectarea erorilor (Error Detection and Correction sau EDAC).

IBM utilizează tehnologia ECC pentru calculatoare mai mari și pentru unele PC-uri avansate, folosite ca servere de fișiere pentru rețele. Memoriile pentru PC-uri erau suficient de mici și de fiabile pentru ca inginerii de la IBM să nu considere justificat costul suplimentar al tehnologiei ECC. Totuși, o dată cu creșterea capacității peste 16 MB, este posibil ca tehnologia ECC să devină o parte standard pentru sistemele de memorie ale unor PC-uri. Atunci când integritatea datelor este o problemă importantă – de exemplu, într-un server de fișiere – este bine să alegeți un PC cu cod ECC. Din acest motiv, tot mai multe PC-uri puternice folosesc codurile ECC.

Producătorii de PC-uri au și un alt motiv pentru trecerea de la paritate la ECC. O dată cu creșterea lățimii magistralei de date, implementarea codurilor de corectare a erorilor devine tot mai ieftină. De fapt, în cazul PC-urilor actuale echipate cu microprocesoare Pentium – care au magistrale de date pe 64 de biți – memoria suplimentară pentru verificarea parității și pentru corectarea erorilor costă la fel de mult. Tabelul 4.7 rezumă costurile suplimentare impuse de paritate și de tehnologia ECC pentru diferite magistrale.

**Tabelul 4.7** Comparație între memoria cu paritate și memoria cu corectarea erorilor

| | ***Biți suplimentari necesari*** | | ***Creșterea de cost*** | |
|---|---|---|---|---|
| *Lățimea magistralei* | *Paritate* | *ECC* | *Paritate* | *ECC* |
| 8 | 1 | 5 | 12,5% | 62% |
| 16 | 2 | 6 | 12,5% | 38% |
| 32 | 4 | 8 | 12,5% | 25% |
| 64 | 8 | 8 | 12,5% | 12,5% |

Paritatea și codurile de corectare a erorilor sunt tehnologii pentru cei care vor sau trebuie să își ia toate măsurile de precauție. Aceștia sunt genul de oameni care ascultă buletinele meteo, apoi își iau galoșii și umbrela chiar dacă prognoza este 100% în favoarea soarelui. Aceștia sunt cei care râd la urmă atunci când rămân uscați după o furtună neprevăzută – sunt cei care știu că cea mai bună soluție pentru problemele calculatoarelor și ale memoriei este prevenirea.

# Repararea

Dacă PC-ul are o eroare hard de memorie, singura soluție este înlocuirea cipului sau a modulului de memorie defect. Repararea seamănă cu resuscitarea artificială – trebuie scos ce este rău și înlocuit cu ceva bun. Cea mai mare problemă este identificarea cipului care trebuie înlocuit.

Pe vremea când PC-urile aveau zeci de cipuri în fiecare banc, descoperirea cipului defect era o problemă. Nu putea fi vorba de înlocuirea prin încercare a cipurilor decât dacă aveați destul timp și un dispozitiv de extragere a cipurilor. Ca urmare, trebuia să vă bazați pe proceduri de diagnosticare. În final, aceasta însemna consultarea unor tabele sau descifrarea unor formule complexe pentru localizarea cipului pe baza mesajelor numerice obscure raportate de procedura de diagnosticare.

În PC-urile moderne, cu sisteme de memorie bazate pe module SIMM, procedura de identificare a cipurilor durează deseori mai mult decât simpla schimbare a modulelor. Cele mai multe calculatoare au patru sau opt module de memorie, așa că puteți să identificați modulul defect în câteva minute, prin schimbarea modulelor. Dacă vreți să folosiți cea mai eficientă metodă de identificare a modulului defect, puteți să folosiți o formulă asemănătoare cu cea care calculează numărul de mutări pentru Turnul din Hanoi. De exemplu, puteți să deplasați două module și să vedeți ce modificări apar în mesajul de eroare, dar accesul limitat în cele mai multe PC-uri vă obligă să scoateți modulele mai apropiate înainte de a le scoate pe cele mai îndepărtate. Oricum, va trebui să scoateți aproape toate modulele. Dacă veți avea vreodată o eroare hard într-unul dintre SIMM-urile sistemului, veți descoperi, probabil, că metoda cea mai simplă este să înlocuiți pe rând fiecare modul din PC cu modulul de înlocuire despre care știți că funcționează corect, până când detectați modulul defect.

# Încapsularea

Adevăratul cip de memorie este o așchie de siliciu mai mică decât o unghie și atât de delicată încât expunerea la aer va cauza autodistrugerea acesteia. Pentru o manipulare mai ușoară, cipurile de memorie (ca toate circuitele semiconductoare) sunt sigilate ermetic într-o cutiuță care protejează siliciul și oferă o modalitate convenabilă de manevrare a cipului și de conectare a acestuia la diferite circuite. Această cutiuță este numită capsula cipului.

Aproape întotdeauna, cipurile de memorie sunt încapsulate individual, ca circuite integrate, numite de obicei cipuri discrete. Primele PC-uri erau proiectate pentru conectarea acestor cipuri direct în socluri de memorie, de obicei în bancuri de câte nouă cipuri. Totuși, o dată cu lansarea microprocesoarelor pe 32 de biți, cerințele de memorie au devenit atât de mari, încât folosirea cipurilor discrete de memorie nu mai este practică și nici convenabilă. Un banc de memorie ar trebui să conțină 36 de cipuri discrete, iar o memorie cu mai multe bancuri ar avea nevoie de mai mult spațiu decât este disponibil în cele mai multe PC-uri.

Soluția modernă este folosirea unor module de memorie care conțin mai multe cipuri discrete pe aceeași placă de circuite. Modulele de memorie sunt mai compacte decât cipurile discrete din două motive. Cipurile sunt lipite direct pe placă, eliminând astfel soclurile care ocupă destul de mult spațiu, iar cipurile pot fi instalate mai aproape unul de celălalt (deoarece nu mai este necesar accesul la cipurile individuale). Mai mult, deoarece cipurile discrete instalate pe module de memorie nu sunt manipulate individual decât de mașini automatizate, aceastea pot folosi capsule mai compacte, cu lipire directă pe suprafața plăcii. Un singur modul de memorie de câțiva inci poate conține un banc întreg de memorie.

Aproape toate PC-urile noi folosesc module de memorie, astfel încât rareori veți întâlni cipuri individuale de memorie. Numai PC-urile foarte vechi și plăcile video mai folosesc cipuri discrete pentru extensie.

Modulele de memorie constituie o modalitate mai economică de împachetare a cipurilor RAM pentru a satisface cerințele de memorie ale PC-urilor actuale. În afara faptului că împachetarea mai eficientă vă permite să instalați un număr de cipuri printr-o singură operație, modulele de memorie corespund mai bine modului în care sistemul folosește memoria. Spre deosebire de cele mai multe cipuri, care sunt adresate la nivel de bit, modulele de memorie operează de obicei pe octeți. În timp ce capacitatea cipurilor se măsoară în kilobiți și megabiți, modulele de memorie sunt măsurate în megaocteți.

Construcția unui modul de memorie este destul de simplă, fiind doar cu un nivel de integrare peste cipul de memorie de bază. Mai multe cipuri discrete sunt montate pe o mică placă de circuite din fibră de sticlă epoxidică, având pinii conectați la traseele de circuit care le leagă la un conector extern, proiectat pentru instalarea într-un soclu sau pentru lipirea pe o altă placă de circuite.

Modulele de memorie sunt oferite sub diferite forme. Cele mai multe au conectoare CELP (Card Edge Low Profile) cu 30 până la 83 de contacte pe fiecare parte a modulului. Modulele SIMM (Single In-line Memory Module) leagă între ele contactele de pe părțile opuse ale plăcii, astfel încât acestea formează un singur contact. Modulele DIMM (Dual In-line Memory Module) conectează semnale separate pentru contactele de pe fiecare parte a plăcii, astfel încât acestea sunt folosite în scopuri diferite. Modulele SIPP (Single In-line Pin Package) au în partea de jos a plăcii un set de pini în locul conectoarelor de margine. Ca și în cazul conectoarelor de margine de pe plăcile de extensie, conectoarele modulelor SIMM și DIMM sunt proiectate pentru instalarea în socluri. În acest fel modulele pot fi instalate sau scoase de mai multe ori, fără ajutorul unor instrumente și fără să se deterioreze. Spre deosebire de acestea, modulele SIPP sunt de cele mai multe ori lipite pe placă, deși uneori pot fi instalate și în socluri speciale.

Numărul de conexiuni pentru fiecare modul contribuie la definirea acestora. Pot fi întâlnite patru tipuri de module: module SIMM cu 30 și 72 de pini, module SODIMM (Small Outline DIMM) cu 72 de pini și module DIMM cu 168 de pini. În general, modulele SIPP au 30 de pini. În continuare, vom discuta despre toate aceste tipuri de module.

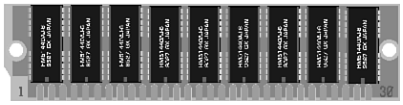
## Module SIMM cu 30 de pini

Modelul SIMM original a apărut pe piața calculatoarelor ca o noutate convenabilă, pe măsură ce memoria PC-urilor s-a extins. Deoarece PC-urile folosesc memoria pe octeți, împachetarea cipurilor de memorie în containere cu lățimea de un octet este logică și, în plus, elimină necesitatea manevrării cipurilor individuale. Primele module SIMM ofereau ambele avantaje, conținând sute și chiar mii de octeți pe o singură placă și permițând o conectare simplă. În loc să manipulați nouă cipuri individuale de memorie, era suficient să glisați modulul SIMM în soclul special proiectat.

Modulele SIMM nu asigurau decât conexiunile normale de adresare pentru cipurile individuale de memorie, adunate laolaltă pe placa SIMM, și suficiente conexiuni suplimentare pentru obținerea lățimii de bandă necesare. Deoarece cele mai multe cipuri de memorie din momentul respectiv foloseau adresarea multiplexată pe linii și coloane și aveau un total de 20 de pini, adăugarea a opt pini pentru lărgimea de bandă suplimentară făcea ca modulul cu 30 de pini să fie suficient de mare. De fapt, modulul SIMM original cu 30 de pini însemna doar ceva mai mult decât nouă cipuri de memorie montate împreună pe o singură placă de circuite, așa cum se poate vedea în Figura 4.4.

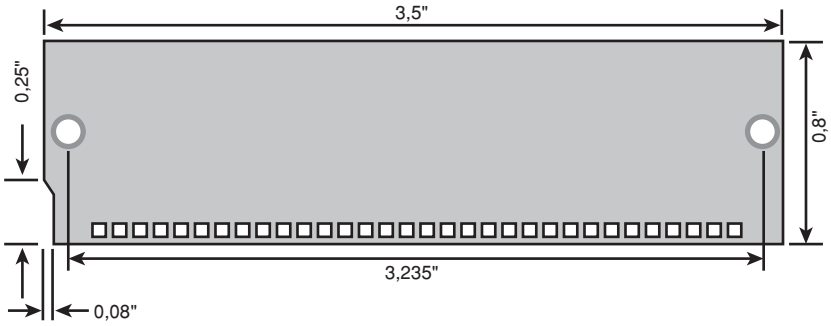
Chiar cipurile erau cele care dictau dimensiunile minime ale modulului SIMM de bază. Fiind doar cu puțin mai mare decât nouă cipuri discrete de memorie puse unul lângă celălalt, modulul SIMM cu 30 de pini măsoară cam 3,5 inci în lungime și un inci în

**FIGURA 4.4**
*Modulul SIMM cu 30 de pini.*




înălțime. Modulul cu 30 de pini s-a dovedit a fi corespunzător și mulți producători de PC-uri l-au adoptat. Deși soclurile standard dictează lungimea modulelor SIMM, înălțimea acestora nu este standardizată, așa că unele module SIMM sunt mai înalte decât altele. Figura 4.5 prezintă dimensiunile modulelor SIMM tipice cu 30 de pini.

**FIGURA 4.5**
*Dimensiunile tipice ale modulelor SIMM cu 30 de pini.*




Ca și alte memorii, modulul SIMM cu 30 de pini trebuie să fie aliniat corespunzător la soclul în care este instalat. O crestătură la un capăt al modulului împiedică inserarea acestuia într-o poziție necorespunzătoare. Cele două găuri de la capete permit soclului să fixeze modulul SIMM în poziția corectă.

Ca și PC-urile din vremea respectivă, modulele SIMM cu 30 de pini foloseau nouă biți de stocare pentru fiecare octet, utilizând bitul suplimentar pentru verificarea parității. Din această cauză, modulele SIMM cu 30 de pini sunt numite uneori module SIMM pe 9 biți. Modulele SIMM cu paritate nu fac decât să stocheze un bit suplimentar. Circuitele pentru detectarea erorilor sunt externe față de modul și aparțin sistemului general de memorie – aflat, de obicei, pe placa de bază a PC-ului.

Pe măsură ce îmbunătățirea tehnologiilor de fabricare a memoriilor a permis proiectanților să creeze PC-uri fără sisteme de verificare a parității, modulele SIMM pe opt biți au devenit tot mai răspândite. Acestea arată la fel cu modulele SIMM pe nouă biți, diferind numai în privința bitului de paritate și a semnalelor asociate. Pinii modulelor SIMM pe opt și pe nouă biți sunt identici, cu excepția celor trei semnale folosite de sistemul de verificare a parității – respectiv pinii 26, 28 și 29. Tabelul 4.8 prezintă configurația pinilor pentru modulele SIMM cu 30 de pini pe opt și pe nouă biți.

**Tabelul 4.8** Configurația pinilor pentru modulele SIMM cu 30 de pini

| | ***Module SIMM pe 8 biți (fără paritate)*** | | ***Module SIMM pe 9 biți*** | |
|---|---|---|---|---|
| *Pin* | *Mnemonică* | *Funcție* | *Mnemonică* | *Funcție* |
| 1 | VCC | Tensiune de alimentare | VCC | Tensiune de alimentare |
| 2 | -CAS | Activarea adresei de coloană | -CAS | Activarea adresei de coloană |
| 3 | DQ0 | Linie de date 0 | DQ0 | Linie de date 0 |
| 4 | A0 | Linie de adrese 0 | A0 | Linie de adrese 0 |
| 5 | A1 | Linie de adrese 1 | A1 | Linie de adrese 1 |
| 6 | DQ1 | Linie de date 1 | DQ1 | Linie de date 1 |

| | *Module SIMM pe 8 biți (fără paritate)* | | *Module SIMM pe 9 biți* | |
|---|---|---|---|---|
| 7 | A2 | Linie de adrese 2 | A2 | Linie de adrese 2 |
| 8 | A3 | Linie de adrese 3 | A3 | Linie de adrese 3 |
| 9 | VSS | Masă | VSS | Masă |
| 10 | DQ2 | Linie de date 2 | DQ2 | Linie de date 2 |
| 11 | A4 | Linie de adrese 4 | A4 | Linie de adrese 4 |
| 12 | A5 | Linie de adrese 5 | A5 | Linie de adrese 5 |
| 13 | DQ3 | Linie de date 3 | DQ3 | Linie de date 3 |
| 14 | A6 | Linie de adrese 6 | A6 | Linie de adrese 6 |
| 15 | A7 | Linie de adrese 7 | A7 | Linie de adrese 7 |
| 16 | DQ4 | Linie de date 4 | DQ4 | Linie de date 4 |
| 17 | A8 | Linie de adrese 8 | A8 | Linie de adrese 8 |
| 18 | A9 | Linie de adrese 9 | A9 | Linie de adrese 9 |
| 19 | A10 | Linie de adrese 10 | A10 | Linie de adrese 10 |
| 20 | DQ5 | Linie de date 5 | DQ5 | Linie de date 5 |
| 21 | -WE | Intrare pentru citire/scriere | -WE | Intrare pentru citire/scriere |
| 22 | VSS | Masă | VSS | Masă |
| 23 | DQ6 | Linie de date 6 | DQ6 | Linie de date 6 |
| 24 | NC | Pin neconectat | NC | Pin neconectat |
| 25 | DQ7 | Linie de date 7 | DQ7 | Linie de date 7 |
| 26 | NC | Pin neconectat | Q8 | Ieșire pentru datele de paritate |
| 27 | -RAS | Activarea adresei de rând | -RAS | Activarea adresei de rând |
| 28 | NC | Pin neconectat | -CS8 | Activarea coloanei de paritate |
| 29 | NC | Pin neconectat | D8 | Intrare pentru datele de paritate |
| 30 | VCC | Tensiune de alimentare | VCC | Tensiune de alimentare |

Deoarece sistemele fără paritate ignoră semnalele de paritate ale unui modul SIMM pe nouă biți, în general puteți să înlocuiți un modul SIMM pe 9 biți cu un modul SIMM pe 8 biți într-un PC sau într-o imprimantă fără paritate. În schimb, nu puteți să înlocuiți un SIMM pe 9 biți cu un SIMM pe 8 biți, deoarece cele mai multe PC-uri cu paritate vor semnala imediat o eroare de paritate, din cauza absenței bitului suplimentar. Unele sisteme vă permit să dezactivați verificarea parității. Alte sisteme fac automat acest lucru atunci când detectează un modul SIMM fără paritate. În astfel de mașini, puteți să folosiți un SIMM pe 8 biți în locul unui SIMM pe 9 biți, după configurarea corespunzătoare a sistemului. Rețineți că parametrii stabiliți pentru verificarea parității sunt valabili la nivelul întregului sistem. Instalând un SIMM fără paritate, dezactivați procedurile de verificare a parității pentru întregul sistem de memorie.

Veți descoperi și o altă diferență interesantă în legătură cu modulele SIMM cu 30 de pini: modulele cu paritate pot avea trei sau nouă cipuri iar modulele fără paritate pot avea două sau opt cipuri de memorie. Varianta cu trei cipuri este asemănătoare cu un banc de memorie format din trei cipuri. Bancul leagă două cipuri pe patru biți (niblu) pentru stocarea datelor și un cip pe un bit pentru paritate. Modulele SIMM cu nouă cipuri stochează fiecare bit al unui octet într-un cip diferit. Funcțional, cele două tipuri de module SIMM ar trebui să fie interschimbabile, și în multe PC-uri chiar sunt. Modulele SIMM cu două cipuri reprezintă o memorie cu lățimea de un octet fără paritate, așa că elimină cipul folosit pentru stocarea parității. Modulul SIMM cu două cipuri ar trebui să funcționeze identic cu modulul cu opt cipuri. Totuși, există unele PC-uri care nu acceptă orice configurație de module SIMM, deoarece sincronizarea este optimizată pentru un anumit tip de module. Astfel de sisteme preferă anumite tipuri de module SIMM (de exemplu, există unele sisteme care nu funcționează cu module SIMM cu trei cipuri). Mai mult, ca să evitați dificultățile, este recomandat să evitați combinarea modulelor cu trei și cu nouă cipuri în același banc de memorie.

Deoarece modulele SIMM cu 30 de pini folosesc magistrale de date cu lățimea de un octet, pentru cele mai multe microprocesoare aveți nevoie de mai multe module SIMM ca să formați un singur banc de memorie. Pentru PC-urile cu magistrale de date pe 16 biți (cum ar fi cele bazate pe microprocesoare 286 și 386SX), este nevoie de două module SIMM cu 30 de pini pentru fiecare banc de memorie. Pentru PC-urile cu magistrale de date pe 32 de biți (cum ar fi cele bazate pe microprocesoare 386DX și 486) este nevoie de patru module SIMM cu 30 de pini pentru fiecare banc. Pentru PC-urile cu magistrale de date pe 64 de biți (cum ar fi cele bazate pe microprocesoare Pentium) ar fi nevoie de opt module SIMM cu 30 de pini pentru fiecare banc de memorie. Desigur, acest număr este la fel de puțin convenabil ca și folosirea cipurilor discrete de memorie. Ca urmare, modulele SIMM cu 30 de pini nu au mai fost folosite în calculatoarele mai avansate.

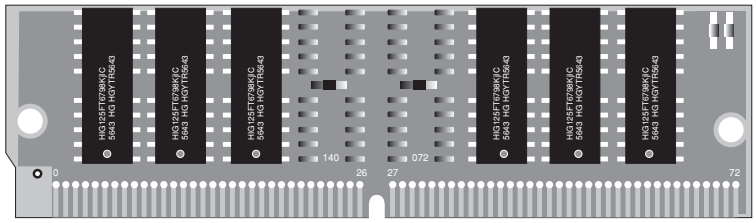
## Module SIMM cu 72 de pini

Deși adresarea pe octet permisă de modulele SIMM cu 30 de pini a reprezentat o îmbunătățire față de folosirea cipurilor discrete, aceasta nu este suficientă pentru cerințele calculatoarelor moderne, care folosesc magistrale de date mai late. Ca răspuns la nevoia de simplificare a modalităților de extensie, în 1987 o serie de producători de PC-uri, în frunte cu IBM, au creat module SIMM cu mai mulți pini, pentru magistrale de date mai late. Rezultatul a fost modulul SIMM cu 72 de pini, care conține patru bancuri de memorie cu lățimea de un octet pe aceeași placă.

Modulul SIMM cu 72 de pini standard include câteva măsuri de protecție, care vă împiedică să instalați un tip diferit de modul sau să instalați modulul greșit orientat. Crestătura din mijlocul conectorului nu vă permite să instalați un SIMM cu 30 de pini într-un soclu cu 72 de pini. Datorită lungimii mai mari, nu există nici un pericol să instalați un SIMM cu 72 de pini într-un soclu cu 30 de pini. În plus, crestătura din partea stângă a modului SIMM (privind dinspre componente) împiedică orientarea greșită a modulului. Ca și în cazul modulului SIMM cu 30 de pini, găurile de la capete asigură blocarea modulului SIMM în soclu. Figura 4.6 prezintă un modul SIMM tipic cu 72 de pini.

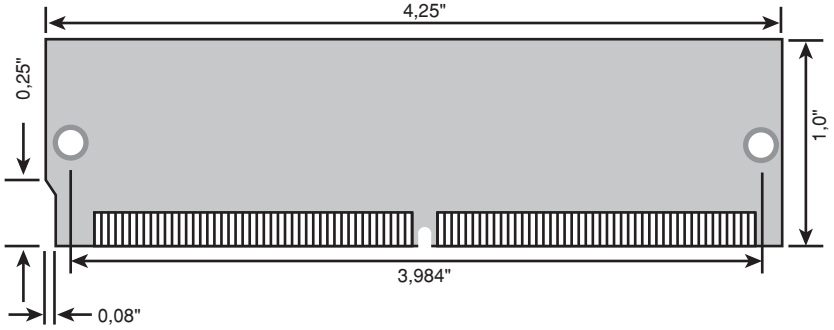
Deoarece au capacități mai mari, modulele SIMM cu 72 de pini sunt ceva mai mari decât cele cu 30 de pini. Toate modulele SIMM cu 72 de pini au aceeași lungime, aproximativ 4,25 inci, astfel încât pot fi instalate în aceleași socluri. Dimensiunea critică este distanța dintre cele două orificii care asigură blocarea modulului în soclu. La un capăt al modulului există o crestătură care nu permite instalarea inversă a acestuia.

**FIGURA 4.6**
*Modul SIMM cu 72 de pini.*



Înălțimea și grosimea modulelor SIMM cu 72 de pini diferă. Un modul tipic are o înălțime de aproximativ un inci. Modulele pot avea componente pe o singură parte sau pe ambele părți. Modulele care au componente pe ambele părți sunt mai groase. Un modul tipic cu componente pe ambele părți are o grosime de aproximativ 0,38 inci. Figura 4.7 prezintă dimensiunile unui modul SIMM tipic cu 72 de pini.

**FIGURA 4.7**
*Dimensiunile unui modul SIMM tipic cu 72 de pini.*




Pentru obținerea unor capacități mai mari, deseori modulele SIMM cu 72 de pini au componente montate pe ambele părți ale plăcii din fibră de sticlă epoxidică. Inevitabil, modulele SIMM cu componente pe ambele părți au grosimea mai mare.

Patru dintre cei 72 de pini ai modulului sunt folosiți pentru a indica viteza de operare a acestuia. Tabelul 4.9 prezintă codificarea folosită pentru vitezele de operare obișnuite.

**Tabelul 4.9** Codificarea vitezelor de operare ale modulelor SIMM cu 72 de pini

| ***Viteza*** | ***Semnale*** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | *PD0* | *PD1* | *PD2* | *PD3* |
| 50 ns | VSS | NC | VSS | VSS |
| 60 ns | VSS | NC | NC | NC |
| 70 ns | VSS | NC | VSS | NC |
| 80 ns | VSS | NC | NC | VSS |

Sunt disponibile atât module SIMM cu 72 de pini cu paritate, cât și fără paritate. Primele mai sunt numite și module SIMM pe 36 de biți, iar celelalte sunt numite și module SIMM pe 32 de biți.

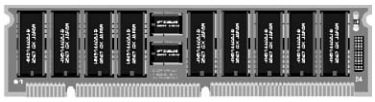
Pentru descrierea capacităților și modului de aranjare a biților pentru modulele SIMM cu 72 de pini se folosește de obicei o nomenclatură de abrevieri. Forma generală a acestei descrieri conține capacitatea totală a modulului în megaocteți, urmată de lățimea magistralei de date a modulului. De exemplu, un modul inscripționat 2x36 SIMM poate să stocheze 2 MB într-un spațiu cu lățimea de 36 de biți, ceea ce înseamnă că este o

memorie cu paritate. Un modul inscripționat 16x32 SIMM vă oferă 16 MB de memorie fără paritate pe o magistrală de 32 de biți.

## Module DIMM

Chiar și modulele SIMM cu 72 de pini sunt deficitare în cazul calculatoarelor echipate cu microprocesoare Pentium sau Pentium Pro. Având magistrale de date pe 64 de biți, acestea folosesc două module cu 72 de pini pentru fiecare banc de memorie, așa cum mașinile 486 au nevoie de patru module SIMM cu 30 de pini. Pentru a simplifica extensia mașinilor mai noi pe 64 de biți, producătorii de memorii au dezvoltat module cu mai multe conexiuni, care permit adresarea pe magistrale mai late. Modulele rezultate au 168 de conexiuni separate, aranjate pe cele două laturi ale modulului, și se numesc module DIMM (Dual In-line Memory Modules). Figura 4.8 prezintă un modul DIMM tipic cu 168 de pini.

**FIGURA 4.8**
*Modul DIMM cu 168 de pini.*

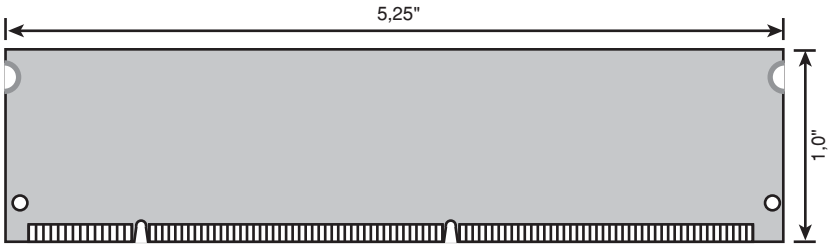


Ca și în cazul altor module DIMM, cele două rânduri de conectoare de margine, câte unul pe fiecare parte a plăcii, sunt independente. Contactele sunt împărțite între trei grupuri, separate de mici pauze. Primul grup conține pinii de la 1 la 10; al doilea grup conține pinii de la 11 la 40; al treilea grup conține pinii de la 41 la 84. Opusul pinului 1 este pinul 85.

Ca și în cazul modelelor anterioare, crestăturile din conectoarele plăcii DIMM împiedică instalarea unor module SIMM în soclurile DIMM. În locul unei crestături la un capăt al plăcii, aranjarea asimetrică a crestăturilor împiedică instalarea greșită a modulelor. Unele module DIMM au la capete orificii de blocare în socluri, dar existența acestora nu este obligatorie.

Pentru a permite folosirea unor conectoare de margine mai mari și pentru creșterea capacității de stocare, modulele DIMM au fost mărite fizic, ajungând la o lungime de aproximativ 5,25 inci și o înălțime de un inci. Figura 4.9 prezintă dimensiunile unui modul DIMM tipic cu 168 de pini.

**FIGURA 4.9**
*Dimensiunile unui modul DIMM tipic cu 168 de pini.*




Ca și modulele SIMM cu 72 de pini, modulele DIMM includ semnale care comunică sistemului viteza de operare a modulului. Aceste informații sunt codificate pe opt pini ai modulului. Tabelul 4.10 prezintă codurile de semnale folosite pentru indicarea vitezelor de operare disponibile. Remarcați că pentru cipurile curente, numai pinii PD6 și PD7 indică informații semnificative; ceilalți șase pini sunt conectați la fel pentru toate vitezele de operare folosite în prezent.

**Tabelul 4.10** Codificarea vitezelor de operare pentru modulele DIMM cu 168 de pini

| *Semnal* | *Pin* | *60 ns* | *70 ns* | *80 ns* |
|---|---|---|---|---|
| PD1 | 79 | L | L | L |
| PD2 | 163 | L | L | L |
| PD3 | 80 | H | H | H |
| PD4 | 164 | L | L | L |
| PD5 | 81 | L | L | L |
| PD6 | 165 | H | L | H |
| PD7 | 82 | H | H | L |
| PD8 | 166 | H | H | H |

Tabelul 4.11 prezintă codurile de produs ale unor module DIMM cu 168 de pini oferite de diferiți producători.

**Tabelul 4.11** Exemple de coduri de produs pentru module DIMM la 66 MHz

| *Producător* | *Model* | *Tip* | *Capacitate* | *Viteză* |
|---|---|---|---|---|
| Vanguard | VG26V17805BJ6 | EDO | 16 MB | 66 MHz |
| Toshiba | TC51V17805BNTS-60 | EDO | 16 MB | 66 MHz |
| Vanguard | VG26V17405CJ-6 | EDO | 32 MB | 66 MHz |
| Hyundai | HYM5V64804FG | EDO | 64 MB | 66 MHz |
| SEC | KM44V4104BS-L6 | EDO | 64 MB | 66 MHz |
| LG | GM72V16821BT10K | SDRAM | 16 MB | 66 MHz |
| Fujitsu | 81117822A-100 | SDRAM | 16 MB | 66 MHz |
| SEC | KM416S1120AT-G10 | SDRAM | 16 MB | 66 MHz |
| SEC | KM48S2020AT-G10 | SDRAM | 16 MB | 66 MHz |
| Hitachi | HM5216805TT10 | SDRAM | 32 MB | 66 MHz |
| LG | GM72V16821BT10K | SDRAM | 32 MB | 66 MHz |
| NEC | D4516821AG5-A10-7JF | SDRAM | 32 MB | 66 MHz |
| SEC | KM48S2020AT-G10 | SDRAM/ECC | 32 MB | 66 MHz |
| Mitsubishi | M5M4V64S40ATP-10 | SDRAM | 32 MB | 66 MHz |
| Mitsubishi | M5M4V16S30BTP | SDRAM | 32 MB | 66 MHz |
| Fujitsu | 81117822E-100FN | SDRAM | 32 MB | 66 MHz |
| Micton | MT48LC2M8A1TG-10 | SDRAM | 32 MB | 66 MHz |
| Hyunday | HYM7072A801-TFG | SDRAM | 64 MB | 66 MHz |
| Mitsubishi | M5M4V64S40APT-10 | SDRAM | 64 MB | 66 MHz |
| Mitsubishi | M5M4V64S30APT-10 | SDRAM/ECC | 128 MB | 66 MHz |

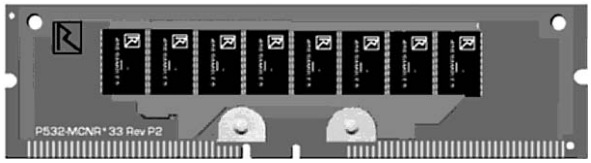
## Module RIMM

Din cauza interfeței radical diferite cerute de memoria Rambus, producătorii au reproiectat modulele individuale, creând module RIMM speciale pentru noua tehnologie. Modulul de bază seamănă cu un modul DIMM standard, cu cipuri de memorie individuale lipite pe substratul plăcii de circuite, care face legătura cu un soclu printr-un conector de margine convențional. În ciuda interfeței de magistrală relativ îngustă (16 biți) folosită de sistemele Rambus, modulele RIMM ridică numărul de pini la 184, parțial deoarece jumătate dintre pini sunt conectați la masă, ca o formă de ecranare, pentru îmbunătățirea stabilității și reducerea interferenței, la frecvențele mari pentru care sunt proiectate modulele (800 MHz).

Modulele RIMM diferă și prin tensiunile de operare. Standardul Rambus specifică operarea la 2,5 volți, în comparație cu tensiunea standard de 3,3 volți a modulelor DIMM. Este posibil ca modulele RIMM viitoare să opereze la 1,8 volți.

Modelul standard cu 184 de pini acceptă memorii RIMM fără paritate sau cu corectarea erorilor, cu magistrale de 16, respectiv 18 biți. Figura 4.10 prezintă un modul RIMM.

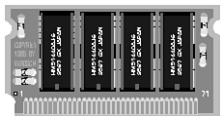
**FIGURA 4.10**
*Modul RIMM.*




## Module DIMM de dimensiune mică (SODIMM)

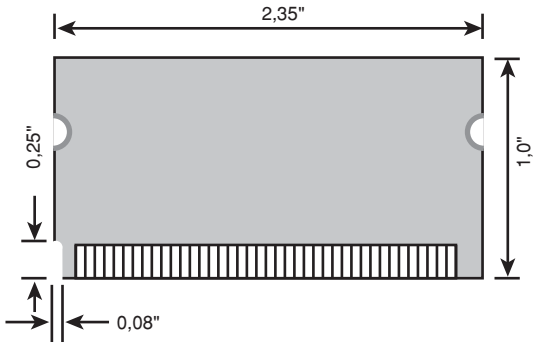
Deși sunt convenabile pentru calculatoarele desktop, modulele SIMM sunt inutil de mari pentru PC-urile notebook. Ca urmare, producătorii de calculatoare miniaturizate au micșorat dimensiunile modulelor SIMM, păstrând același număr de conexiuni, printr-un expedient foarte simplu. În loc să lege împreună conectoarele de pe cele două părți ale modulului, au folosit conectoarele de pe fiecare parte pentru un semnal separat. În acest fel, spațiul necesar pentru conectoare s-a redus la jumătate, cu posibilitatea de reducere a dimensiunii modulului. Rezultatul a fost numit SODIMM (Small Outline Dual In-Line Memory Module), deoarece modulul are dimensiune mai mică decât modulele obișnuite și are două rânduri de contacte independente, câte un rând pe fiecare parte a modulului. Figura 4.11 prezintă un modul SODIMM tipic.

**FIGURA 4.11**
*Modul de memorie SODIMM cu 72 de pini.*



Așa cum era de așteptat, un modul SODIMM cu 72 de pini are jumătate din lungimea unui modul SIMM cu 72 de pini, adică aproximativ 2,35 inci. Ca și alte tipuri de memorii, modulele SODIMM au la unul din capete o crestătură care împiedică orientarea greșită în soclu. Crestătura se află în partea stângă atunci când priviți modulul dinspre partea cu cipurile. Figura 4.12 prezintă dimensiunile unui modul SODIMM tipic.

**FIGURA 4.12**
*Dimensiunile unui modul SODIMM tipic.*



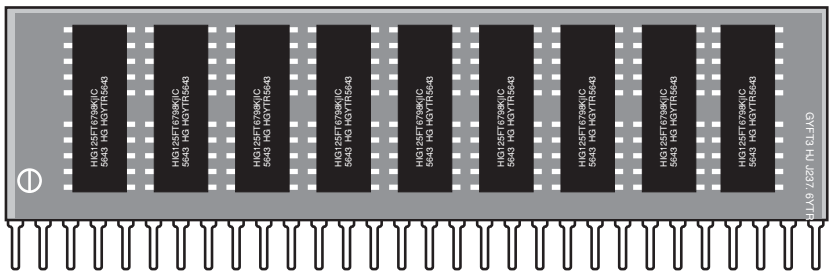
Din punct de vedere electric, modulul SODIMM cu 72 de pini este echivalent cu un modul SIMM cu 72 de pini, dar cu conexiunile plasate pe ambele părți ale plăcii. Fiecare modul SODIMM conține patru bancuri de memorie separate, care permit folosirea modulelor în calculatoare cu magistrale de unu, doi sau patru octeți.

Folosind aceeași strategie pentru reducerea dimensiunii modulelor pentru aplicațiile portabile, un nou modul SoDIMM a devenit popular în sistemele notebook. Modulul SoDIMM cu 144 de pini folosește aceeași interfață pe 64 de biți ca și modulele DIMM cu 168 de pini, dar sunt mai mici.

## Module SIPP

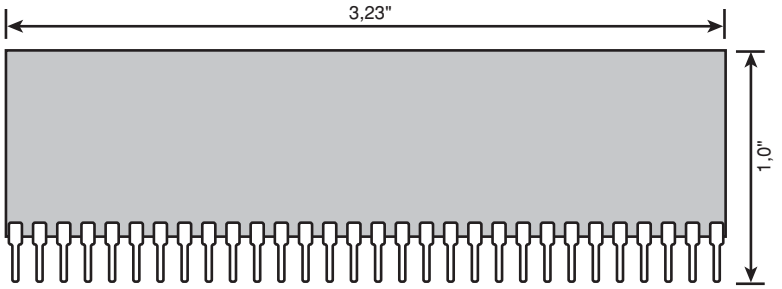
Modulele Single In-line Pin Package, deseori prescurtate SIPP, folosesc conectoare sub formă de pini. Ca și în cazul cipurilor SIP, conexiunile modulelor SIPP se fac prin intermediul unor pini aranjați pe un singur rând. Pinii unui modul SIPP sunt proiectați în vederea lipirii pe placă, deși uneori aceste module sunt instalate în socluri speciale, ca și cipurile SIP. De multe ori, un soclu SIPP nu este altceva decât o linie de orificii în placa de bază, întărite cu contacte în formă de cupă, fiecare orificiu corespunzând unui pin al modulului. Figura 4.13 prezintă un modul SIPP tipic.

**FIGURA 4.13**
*Memorie SIPP cu 30 de pini.*



Deși din punct de vedere electric modulele SIPP sunt identice cu modulele SIMM cu 30 de pini, acestea sunt puțin mai mici. Mai mult, deoarece marginile nu sunt prinse într-un conector, lungimea modulului poate să fie diferită. Singura dimensiune fixă este distanța dintre pini – o zecime de inci. Figura 4.14 prezintă un modul SIPP tipic.

**FIGURA 4.14**
*Dimensiunile unui modul SIPP de înălțime standard cu 30 de pini.*




Unii producători oferă module SIPP de înălțime redusă, care au nevoie de mai puțin spațiu pe verticală, ceea ce permite instalarea acestora între conectoarele magistralei de extensie sau în alte locuri în care înălțimea este limitată. Figura 4.15 prezintă dimensiunile unui modul SIPP cu înălțime redusă.

Din punct de vedere funcțional, modulele SIMM și SIPP pot să conțină aceleași cipuri de memorie, să folosească aceleași tehnologii și să aibă aceleași capacități. Totuși, schemele de montare diferite fac cele două tipuri de module incompatibile unul cu altul. Dacă

vreți să adăugați memorie sau să înlocuiți un modul defect, trebuie să precizați dacă PC-ul folosește module SIMM sau SIPP.

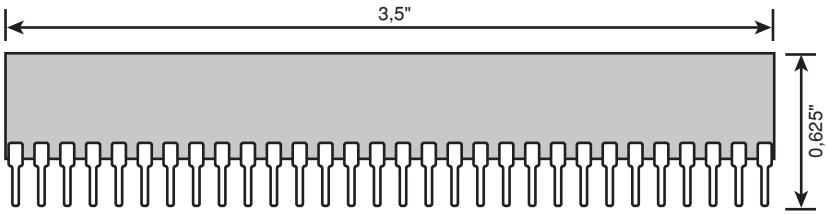



**FIGURA 4.15**
*Dimensiunile unui modul SIPP cu înălțime redusă.*

# Instalarea

În general, memoria PC-ului va funcționa pe toată durata vieții mașinii, fără să fie nevoie de vreo intervenție din partea dumneavoastră. Memoria nu are piese în mișcare care să necesite întreținere sau lubrifiere. Nu aveți de-a face cu memoria decât dacă doriți să sporiți zestrea calculatorului, mărind memoria principală de pe placa de bază sau instalând o placă de extensie pentru mărirea cache-ului pentru disc sau a bufferului pentru cadrele video.

Instalarea memoriei este un proces delicat, dar pentru care nu trebuie să fiți expert și nici să aveți o îndemânare specială. De obicei, puteți să adăugați câțiva megaocteți de memorie în câteva minute fără să vă faceți griji privind deteriorarea memoriei, a PC-ului sau propria rănire.

Totuși, trebuie să luați câteva măsuri de precauție. Evitați electricitatea statică, care poate deteriora *orice* circuit electronic bazat pe semiconductoare, inclusiv cipurile de memorie. Sursele cele mai precaute recomandă împământarea la o țeavă de apă rece în timpul manipulării circuitelor dintr-un PC. Cei mai mulți instalează modulele și cipurile fără să își pună problema electricității statice. De obicei, dacă nu observați scântei atunci când atingeți obiectele metalice de pe masa de lucru, puteți să instalați modulele de memorie fără probleme.

Deoarece unul dintre principalele obiective urmărite la proiectarea modulelor de memorie este simplificarea instalării, extinderea memoriei este mai simplă – sau cel puțin mai simplă decât dacă ați folosi o cutie întreagă de cipuri discrete. Totuși, modulele nu elimină complet problemele legate de instalarea sau extinderea memoriei. Trebuie să țineți seama de compatibilitatea dintre module și PC și să instalați corect modulele în socluri.

## Combinarea modulelor de memorie

Deoarece sunt construite din cipuri discrete, modulele de memorie au la bază aceleași tehnologii. Există module SIMM care folosesc memorii RAM statice, dinamice, video și în mod pagină. Ca și în cazul cipurilor discrete, modulele construite cu tehnologii diferite nu sunt complet interschimbabile, așa că trebuie să specificați tipul corect atunci când comandați memoria pentru un PC.

PC-urile actuale pot să folosească module de memorie în mod pagină rapide, EDO, Fast EDO sau SDRAM. În general, PC-urile proiectate pentru module de memorie în mod pagină pot să folosească și alte tehnologii SIMM, dar nu beneficiază de avantajele acestora. Viteza mai mare a memoriilor mai avansate poate rămâne nefolosită. La fel, puteți să instalați module SIMM în mod pagină într-un soclu EDO, dar cu riscul de a micșora viteza întregului sistem la viteza oferită de memoriile în mod pagină.

Pentru memoriile SDRAM este nevoie de o sincronizare complet diferită de cea a memoriilor în mod pagină sau a memoriilor EDO. Cu alte cuvinte, modulele SDRAM și PC-ul care le folosește trebuie să fie făcute unul pentru celălalt. Dacă această condiție este îndeplinită, aveți cel mai rapid sistem DRAM disponibil în prezent, dar îmbunătățirile nu pot fi făcute decât cu memorii SDRAM. Nici să nu vă gândiți că puteți să instalați memorii SDRAM într-un PC care nu a fost proiectat în acest scop.

De asemenea, trebuie să țineți seama de viteza de operare a modulelor, asigurând corespondența atât cu PC-ul, cât și cu modulele deja instalate în sistem. Noile PC-uri – care folosesc module de memorie cu 72 sau 168 de pini – sunt mai ușor de configurat din punctul de vedere al vitezei memoriei. Acestea detectează viteza de operare a memoriei și se autoconfigurează în funcție de aceasta. Rețineți că PC-ul scade viteza de lucru a memoriei până la viteza *celui mai lent* modul de memorie, așa că nu este de dorit să instalați memorii mai „lenețe" decât cele pe care le aveți deja.

PC-urile mai vechi, în special cele care folosesc module SIMM cu 30 de pini, nu pot să detecteze viteza de operare a memoriei, așa că trebuie să instalați memorii în funcție de cerințele explicite ale sistemului. Unele sisteme vă permit să configurați numărul stărilor de așteptare ale memoriei, astfel încât puteți să instalați memorii mai rapide și apoi să ajustați viteza de lucru cu memoria (reducând numărul stărilor de așteptare). Viteza cea mai mare pe care o stabiliți trebuie să corespundă *celui mai lent* modul SIMM din sistem, așa că va trebui să aruncați modulele mai vechi și mai lente ca să puteți urca încă o treaptă pe scara performanței.

Rețineți că unele PC-uri mai vechi nu permit combinarea unor module SIMM cu viteze de operare diferite. Soluția cea mai ieftină – și cea mai eficientă în raport cu costurile – este să adăugați memorii care lucrează la aceeași viteză cu cele existente. Dacă nu știți ce viteză folosește PC-ul dumneavoastră, uitați-vă la cipurile de pe modulele SIMM. Ultimele două cifre inscripționate pe cip indică viteza. Pe măsură ce distanța dintre tehnologii crește, probabilitatea acomodării unor sisteme diferite de memorie scade și pierderile de performanță sunt tot mai accentuate. Cea mai bună memorie este cea care se potrivește cel mai bine cu PC-ul dumneavoastră. Această corespondență vă ajută să obțineți performanțe optime și să nu plătiți mai mult decât vă oferă PC-ul pe care îl cumpărați.

În sistemele care folosesc module SIMM cu 30 de pini sau în sistemele cu magistrale de 64 de biți care folosesc module SIMM cu 72 de pini, memoriile trebuie să respecte aceleași reguli ca și cipurile: toate modulele dintr-un banc de memorie trebuie să aibă aceeași capacitate. De exemplu, într-un calculator pe 32 de biți, toate cele patru module care formează un banc trebuie să aibă aceeași capacitate. În calculatoarele în care fiecare modul SIMM sau DIMM formează un banc de memorie, puteți să combinați cum doriți vitezele de operare. Semnalele de codificare a vitezei de operare furnizate de modulele de memorie permit PC-ului să-și ajusteze viteza de operare în funcție de performanțele modulelor de memorie disponibile. Totuși, rețineți că viteza unui sistem de memorie combinat este dată de viteza celui mai lent modul instalat.

## Materiale de placare a contactelor

Veți descoperi și o altă diferență subtilă între modulele SIMM: materialul folosit de producător pentru placarea contactelor conectorului de margine al modulului. În general, producătorii aleg ca material de placare aurul sau cositorul.

Scopul placării este de a împiedica oxidarea sau corodarea, care ar crește rezistența electrică a contactelor și ar reduce fiabilitatea conexiunii. Teoretic, aurul este preferabil

ca material, deoarece este mai puțin predispus la oxidare. Pe de altă parte, aurul costă mai mult, ceea ce face ca mulți producători să opteze pentru cositor.

Un producător de socluri pentru componente electronice, AMP, subliniază faptul că tipul de material este mai puțin important decât utilizarea aceluiași material pentru contactele soclului și ale componentelor. Este indicat să folosiți contacte placate cu același material cu cel folosit pentru contactele din soclurile PC-ului. Explicația depășește simpla placare.

Conform firmei AMP, punerea în contact a aurului cu cositorul și exercitarea unei presiuni determină fenomenul de *polizare* (fretting). Particule de cositor sunt antrenate prin frecare, se lipesc de contactele aurite și se oxidează, ceea ce are ca rezultat crearea unei pelicule subțiri de oxid de cositor. Cu cât cele două materiale rămân în contact mai mult timp, cu atât pelicula de oxid crește în grosime.

Aurul nu este singurul material care duce la crearea stratului de oxid. Acesta apare atunci când cositorul este pus în contact cu orice alt material. Totuși, fenomenul nu se produce între două contacte placate cu cositor. Desigur, suprafața de cositor se oxidează în mod natural pe contactele placate cu acest material, dar atunci când inserați un conector placat cu cositor într-un soclu placat tot cu cositor, stratul de oxid este curățat prin frecare. Forțarea contactelor elimină stratul de oxid, astfel încât la suprafața contactelor conexiunea se realizează direct între metale.

Deși problema polizării apare în timp – poate chiar în perioade mai lungi decât durata de viață a PC-ului – cea mai bună strategie este este să folosiți module de memorie având contactele placate cu același material ca cel folosit pentru soclurile de pe placa de bază. Unii producători – Intel, în special – folosesc contacte placate cu cositor pentru soclurile SIMM și recomandă să *nu* se folosească module SIMM cu contacte placate cu aur.

## Adaptoare pentru memorii SIMM

Dacă încă mai aveți un teanc de module SIMM rămase de la bătrânul 386 pe care l-ați transformat în ghiveci de flori și vreți să le refolosiți cu ajutorul acelor adaptoare ingenioase care fac patru module cu 30 de pini să funcționeze ca un modul cu 72 de pini, mai gândiți-vă puțin. La prețurile actuale ale memoriilor, refolosirea a 4 MB de memorii SIMM cu un adaptor destul de scump nu prea are sens, mai ales dacă modulele mai vechi au o viteză de operare foarte mică.

Atunci când folosiți un adaptor, trebuie să vă puneți și problema combinării modulelor SIMM. Cele mai multe adaptoare și PC-uri funcționează optim atunci când toate modulele SIMM sunt la fel. Dacă vreți să instalați memoria într-un calculator Pentium, trebuie să folosiți un banc de opt module SIMM montate în două adaptoare. Nu vă așteptați ca un PC cu un adaptor pe un banc și un modul standard cu 72 de pini pe celălalt să funcționeze corespunzător.

## Identificarea modulelor

Singura modalitate de identificare corespunzătoare a modulelor este după codul de produs. Codul de produs stabilit pentru un modul de memorie este deseori inscripționat pe partea opusă celei pe care sunt lipite cipurile individuale de memorie. Dacă pe modul nu puteți să descoperiți nici un cod de produs, deseori puteți să determinați capacitatea și tehnologia modulului din inscripționările cipurilor discrete din care este construit modulul. De exemplu, un modul construit din nouă module de 4 megabiți la 60 nanosecunde este un modul de 4 MB cu paritate, la 60 nanosecunde.

Ca să identificați mai ușor modulele de memorie, probabil veți dori să le scoateți din soclu. Aveți grijă în timpul acestei operații, deoarece modulele de memorie sunt construite din cipuri discrete și, ca urmare, sunt la fel de sensibile la electricitatea statică. Totuși, dacă vă luați măsurile de precauție necesare, procesul de scoatere a modulelor SIPP din socluri este simplu – scoateți pe rând fiecare modul, aplicând aceeași presiune la ambele capete ale modulului.

Situația este puțin mai complicată în cazul modulelor SIMM și DIMM. În mod normal, modulele SIMM și DIMM sunt fixate cu cleme de plastic la fiecare capăt al conectoarelor. Uitați-vă cu atenție și veți observa la fiecare capăt al soclului câte o clemă de blocare. Înainte de a încerca să extrageți modulul din soclu, împingeți cu grijă aceste cleme către capetele soclului. După aceea, puteți să aplecați puțin modulul și să îl trageți în afară. La reinstalare, modulul SIMM trebuie apăsat cu fermitate în poziția corectă, până când clemele de blocare îl fixează în soclu și capetele de plastic ale clemelor intră în orificiile de blocare de pe placa modulului.

## Orientarea

La instalarea modulelor DIMM, SIMM sau SIPP, nu uitați că orientarea acestora este importantă. În general, toate modulele de memorie dintr-un PC sunt orientate în aceeași direcție. În cazul soclurilor SIMM oblice moderne, aceasta înseamnă că cipurile de pe placa modulului SIMM sau DIMM trebuie să rămână deasupra după ce instalați modulul în soclu. Cele mai multe module de memorie au crestături care nu vă permit să le instalați invers. Dacă încercați să instalați un modul într-un soclu și vedeți că acesta refuză să intre, probabil că orientarea sau poziția modulului nu sunt corecte.

# Capitolul 5
# Sistemul BIOS

*La un moment dat, un set integrat de rutine de program numite Basic Input/Output System sau BIOS defineau „personalitatea" unui PC, stabilind ce poate să facă un PC și în ce mod. Deși programele și sistemele de operare actuale ocolesc sistemul BIOS, acesta este încă necesar pentru funcționarea PC-ului – este un fel de autostradă dintr-un oraș foarte mare. Deși reprezintă doar o fracțiune dintr-o aplicație – deseori mai puțin de 32 KB de cod – sistemul BIOS asigură controlul asupra celor mai importante funcții ale PC-ului: interpretarea acționărilor de taste, afișarea caracterelor pe ecran, comunicarea prin porturi. Acesta definește compatibilitatea PC-ului cu componentele hardware de extensie. Ca și un sistem de autostrăzi, sistemul BIOS nu poate fi evitat. Fără acesta calculatorul nici măcar nu s-ar putea încărca.*

| Sistemul BIOS este esențial pentru multe aspecte legate de operarea PC-ului. Printre cele mai importante se numără: | |
|---|---|
| Încărcarea | Testează PC-ul din punctul de vedere al operării corecte și se asigură că microprocesorul, memoria și cele mai multe dispozitive periferice funcționează. |
| Parametrii unităților de disc | Păstrează valorile de configurare ale unităților de disc și de dischetă. PC-urile mai vechi aveau deseori nevoie de o modernizare a codului BIOS pentru adresarea întregii capacități a discurilor mari actuale. |
| Informații de timp | O memorie care face parte din sistemul BIOS cronometrează orele și zilele, chiar și atunci când PC-ul nu este alimentat. |
| Tastatura și sistemul video | Înainte ca sistemul de operare să se încarce, sistemul BIOS manipulează intrările de la tastatură și ieșirile pe ecran, astfel încât să controlați și să monitorizați operarea PC-ului. |
| Apelurile de program | Înainte ca sistemul de operare să se încarce (și chiar și după aceea, în cazul sistemelor de operare mai vechi) sistemul BIOS asigură legătura primară între componentele hardware ale PC-ului și programele pe care vreți să le rulați. |
| Configurarea avansată | Sistemul BIOS al celor mai multe PC-uri oferă o modalitate de control asupra caracteristicilor de compatibilitate și de performanță, inclusiv viteza memoriei și opțiunile de încărcare. |
| Securitatea | Cele mai multe sisteme BIOS moderne vă permit să specificați o parolă pentru a proteja PC-ul împotriva folosirii de către persoane neautorizate, mergând până la a face un PC notebook inutil pentru un hoț. |

Gândiți-vă la sistemul BIOS ca la o mătușă nebună pe care o țineți departe de ochii musafirilor, încuiată într-o mansardă prăfuită și plină de păianjeni. Exceptând râsetele ocazionale care răsună uneori pe coridoare, s-ar putea să nu vă amintiți niciodată că mătușa este acolo și nici nu vă veți mai gândi la ea până la următorul episod al filmului de groază care este viața dumneavoastră.

Ca și bătrâna mătușă nebună, sistemul BIOS al PC-ului este ceva de care vreți să uitați, dar care stă undeva în fundal, făcându-și apariția în cele mai nepotrivite momente. În ciuda idiosincrasiilor și a vârstei, în ciuda neplăcerilor pe care le provoacă, sistemul BIOS este vital pentru un PC. Acesta definește esența și organizarea PC-ului, așa cum mătușa din mansardă ține laolaltă o familie (sau cel puțin menține plasa obscurelor proceduri legale care încheagă familia). Ați dori să scăpați de această mătușă, dar ea este singura care cunoaște secretele bijuteriilor de familie, secrete pe care sperați să le aflați într-o zi.

Sistemul BIOS vă deranjează ca și o rudă nedorită, dar păstrează și secretele PC-ului. Puteți să îl încuiați într-o cămăruță a PC-ului, ba chiar să-l și zidiți, dar va fi întotdeauna acolo. Când porniți calculatorul, codul BIOS este cel care vă râde în față pe monitor, apărând în zdrențele modului de text, înainte ca sistemul să intre în modurile de lucru color de înaltă rezoluție. Cele mai multe operații efectuate de un PC ocolesc sistemul BIOS, așa că ați putea crede că vă descurcați și fără acesta. Poate că nici nu bănuiți că, în spatele scenei, sistemul BIOS este cel care testează calculatorul, se asigură că totul merge bine și se dă la o parte când nu mai este necesar.

Deși sistemele de operare moderne, precum Windows, fac tot posibilul să mascheze sistemul BIOS și să îi ia locul, acesta pândește întotdeauna din umbră, la fel ca mătușa nebună din mansardă. Și tot așa cum mătușa nebună poate să vă distrugă o petrecere, apărând pe neașteptate și bolborosind ceva despre un șoarece vorbitor, sistemul BIOS poate să iasă pe scenă când vă așteptați mai puțin și să strice toată distracția – de exemplu, ascunzând jumătate din noul hard-disc.

S-ar putea ca mătușa din mansardă să nu fie chiar atât de nebună precum pare, privindu-vă în liniște din colțișorul ei, întotdeauna ascunsă în fundal, dar lucrând cu propriile ei mijloace ca viața dumneavoastră să meargă înainte cu bine.

# Elemente de bază

Deși aproape invizibil și uitat, sistemul BIOS rămâne una dintre componentele esențiale ale unui PC. De fapt, codul BIOS este tocmai ceea ce diferențiază două PC-uri care folosesc același microprocesor, aceeași placă de bază și aceleași componente hardware de suport.

## Firmware

În sens strict, sistemul BIOS nu este o componentă hardware, deși este o parte esențială a arhitecturii hardware a PC-ului. Sistemul BIOS este un cod special – adică un produs software – încapsulat permanent (sau aproape) în cipuri ROM sau, așa cum se întâmplă în cele mai multe PC-uri mai noi, în memorii flash. Datorită acestui dublu aspect, sistemul BIOS se află undeva în lumea nimănui, între hardware și software și, împreună cu alte coduri de program încapsulate în memoriile ROM sau în memorii flash, este numit *firmware*.

Importanța sistemului BIOS este dată de funcțiile acestuia. Codul BIOS testează PC-ul la fiecare pornire. De asemenea, acesta poate să aloce automat resursele sistemului, făcând ajustările necesare pentru noile componente hardware. Sistemul BIOS determină compatibilitatea dintre PC și componentele hardware și software, precum și flexibilitatea modului de configurare și folosire a PC-ului dumneavoastră.

Codul firmware poate face chiar mai mult. Dacă un producător de PC-uri întreprinzător ar dori, ar putea să pună întregul sistem de operare și toate aplicațiile în firmware. De

fapt, unele calculatoare portabile chiar s-au apropiat de această strategie; primele PC-uri sub-notebook Hewlett-Packard Omnibook conțineau în cipurile ROM sistemul de operare Windows și o parte din suita Microsoft Office. Desigur, aceste mașini nu mai sunt foarte utile. Sistemul de operare este Windows 3.0, ceea ce subliniază dezavantajele stocării unei cantități prea mari de cod sub formă de firmware; modernizările sunt foarte dificile, iar spațiul de stocare necesar aplicațiilor actuale ar însemna mai multe cipuri decât v-ar conveni să cărați. Spațiul de stocare în memoria ROM este de ordinul kiloocteților, în timp ce produsele software actuale au nevoie de gigaocteți.

În prezent, codul firmware joacă doar un rol secundar. Toate sistemele de operare moderne îmbunătățesc codul firmware al sistemului BIOS cu instrucțiuni suplimentare, încărcate de pe disc ca și software-ul obișnuit; de obicei, aceste îmbunătățiri înlocuiesc complet codul firmware. Noul cod furnizat de sistemul de operare îndeplinește o parte dintre funcțiile codului BIOS firmware tradițional, asigurând legătura dintre componentele hardware ale PC-ului și programele rulate. Dar orice PC are nevoie de cel puțin o parte minimă a codului BIOS firmware, atât cât să permită încărcarea sistemului de operare. Deși are un rol mai puțin activ în operațiile executate de PC, sistemul BIOS este încă esențial pentru pornirea PC-ului și rămâne o parte esențială a PC-urilor noi și a mașinilor aflate încă pe planșetele proiectanților.

## Funcții

Codul BIOS al celor mai multe PC-uri are o serie de funcții separate și distincte. Sistemul BIOS al unui PC tipic conține rutine pentru testarea calculatorului, blocuri de date care stabilesc personalitatea calculatorului, rutine speciale care permit componentelor software să preia controlul asupra componentelor hardware, astfel încât acestea să asigure funcționarea componentelor electronice ale sistemului și chiar un sistem complet (în unele PC-uri) pentru identificarea plăcilor de extensie și a dispozitivelor periferice instalate și pentru rezolvarea conflictelor privind porturile de intrare/ieșire și adresele de memorie. Deși toate aceste funcții sunt stocate în aceleași cipuri de memorie, codul de program al fiecărei funcții este, în esență, independent de celelalte funcții. Fiecare funcție reprezintă un modul independent, iar numele BIOS se referă la întregul grup de module.

Lista funcțiilor nu este o listă exhaustivă a ceea ce *ar putea* face codul BIOS. Prezintă numai scopurile în care este folosit codul BIOS de producătorii PC-urilor actuale. De fapt, există puține limite pentru ceea ce poate face codul BIOS. Apple a plasat cele mai multe funcții de grafică ale sistemelor Macintosh în codul BIOS (începând din anul 1984), iar IBM, timp de mai mulți ani, a încapsulat un mic limbaj de programare în codul BIOS al primelor PC-uri.

Conform definiției clasice, codul BIOS este codul firmware care determină *personalitatea* unui PC. Această definiție se referă numai la unul dintre modulele funcționale ale sistemului BIOS, cel care invariabil este înlocuit de sistemul de operare. Termenul destul de vag „personalitate“ descrie modul în care calculatorul execută funcțiile de bază, absolut necesare unui calculator. Deși această definiție conține un număr de factori diferiți, inclusiv cât de repede și de ușor sunt executate anumite operații, termenul „personalitate“ reprezintă, în primul rând, diferența dintre PC-uri și calculatoarele Apple Macintosh.

Cea mai mare parte a personalității PC-ului a trecut de la BIOS la sistemul de operare, încărcat în întregime de pe disc în memoria RAM, iar codul BIOS joacă în prezent numai un rol secundar. Principala sarcină a codului BIOS este să inițializeze PC-ul și să îl mențină în funcțiune până când hard-discul poate descărca sutele de megaocteți de cod al sistemului de operare și acest cod preia controlul PC-ului.

În cele mai multe PC-uri, primul lucru pe care îl face codul BIOS este să ceară sistemului să verifice funcționarea componentelor – microprocesor, memorie, tastatură și așa mai departe – și să se asigure de operarea corespunzătoare a acestora. După ce își testează propria integritate, sistemul verifică dacă au fost instalate plăci de extensie care conțin coduri BIOS suplimentare. În caz afirmativ, microprocesorul verifică acest cod și execută instrucțiunile pe care le găsește. PC-urile moderne pot chiar să verifice dacă au fost instalate noi plăci de extensie care nu au fost configurate corespunzător. Codul BIOS poate să configureze aceste plăci, astfel încât să le asigure funcționarea corespunzătoare în sistem.

După verificarea dispozitivelor periferice adăugate în sistem, microprocesorul trece la procesul propriu-zis de încărcare (boot-up), numit de ingineri Initial Program Load sau IPL. Codul BIOS cere microprocesorului să „sară" la o secțiune de cod care spune cipului cum să citească primul sector de pe disc sau de pe dischetă. Codul programului preia controlul de la codul BIOS și spune microprocesorului cum să încarce de pe disc sistemul de operare și să intre în modul normal de operare al calculatorului.

Rolul codului BIOS după încărcarea sistemului de operare depinde de sistemul de operare. Primul sistem de operare pentru PC-uri, DOS, lucra în colaborare cu sistemul BIOS. Sistemul de operare DOS se baza pe codul firmware al sistemului BIOS, care include o serie de rutine pe care programele le pot apela pentru executarea unor operații frecvente – afișarea caracterelor pe ecran sau tipărirea acestora la imprimantă, interpretarea acționărilor de taste și sincronizarea evenimentelor. Datorită acestei biblioteci de funcții elementare, programatorii care scriau programe DOS puteau să-și ducă la capăt proiectele fără să se ocupe de detalii.

În Windows, codul BIOS este dat la o parte. După ce codul BIOS verifică integritatea funcțională a sistemului, Windows preia controlul. Mai întâi, sistemul de operare începe să-și încarce propriul cod de încărcare, apoi instalează driverele care preiau diferitele funcții de interfață ale sistemului BIOS, una câte una.

Sistemul de operare înlocuiește rutinele BIOS de interfață din mai multe motive. Deoarece driverele software sunt încărcate în memoria RAM, spațiul disponibil pentru cod nu mai este limitat. De asemenea, driverele software extind posibilitățile sistemului, în timp ce sistemul BIOS le limitează. Folosind numai codul BIOS, PC-ul nu poate face nimic din ce acesta nu știe, așa că nu va avea posibilitatea să folosească marea varietate de dispozitive periferice pe care puteți să le conectați la PC. Mai mult, deoarece este proiectat să ruleze în timpul încărcării, atunci când PC-ul operează în modul real, codul BIOS folosește numai modul real, cu toate limitările implicate de acesta – în particular, un spațiu total de adrese de un megaoctet. Driverele software pot să ruleze în mod protejat (și, în prezent, chiar o fac, fără excepție). Nu numai că au acces la mai multă memorie, dar sunt scrise în cod pe 32 de biți, care este executat mai repede de microprocesoarele moderne.

## Funcții de inițializare

Codul BIOS intră în acțiune imediat după pornirea calculatorului. La pornire, toate microprocesoarele Intel moderne intră imediat în modul real și citesc o locație specială de memorie aflată cu exact 16 octeți înaintea limitei de un megaoctet a memoriei în mod real, adică adresa absolută 0FFFF0(Hex). La această adresă este păstrată o instrucțiune specială de program, un salt la o altă adresă de la care începe de fapt codul BIOS – punctul de plecare pentru procesul de încărcare, care poate avea loc în următoarele moduri:

• **Încărcarea la rece** (cold boot) reprezintă procesul de pornire a calculatorului și de încărcare a sistemului de operare la punerea sub tensiune. Dacă PC-ul rulează deja, inițializarea la rece se face prin oprirea și pornirea calculatorului.

• **Încărcarea la cald** (warm boot) reprezintă procesul de repornire a calculatorului și de încărcare a sistemului de operare în timp ce PC-ul deja rulează și s-a trecut prin operațiile de încărcare cel puțin o dată înainte. Încărcarea la cald se face printr-un „salut cu trei degete“, apăsând simultan tastele Ctrl, Alt și Del.

La nivelul sistemului de operare, nu există diferențe între încărcarea la rece și la cald. PC-ul reia totul de la început și încarcă sistemul de operare de la zero. O încărcare la cald sau oprirea alimentării în vederea unei încărcări la rece semnalează microprocesorului să se întoarcă la condiția inițială, ștergând conținutul regiștrilor. Apoi microprocesorul încarcă sau reîncarcă sistemul de operare.

Principala diferență între încărcarea la rece și încărcarea la cald nu se referă la sistemul de operare, ci la circuitele interne ale PC-ului. O încărcare la rece readuce automat toate circuitele din PC la starea originală (prestabilită) indiferent dacă acestea se află pe placa de bază sau pe plăcile de extensie, deoarece oprește alimentarea electrică a acestora. De asemenea, această încărcare șterge în întregime conținutul memoriei. Încărcarea la cald nu afectează alimentarea circuitelor electrice ale PC-ului, așa că memoria și plăcile instalate în calculator nu revin la condiția inițială, deși o parte din conținutul memoriei este înlocuit la reîncărcarea sistemului de operare.

Deoarece nu readuce automat toate plăcile de extensie din PC la condițiile inițiale, încărcarea la cald nu rezolvă întotdeauna problemele software. De exemplu, s-ar putea ca modemul să nu elibereze linia telefonică la încheierea unei sesiuni Internet. Este posibil ca în urma unei încărcări la cald modemul să rămână conectat, dar o încărcare la rece asigură întotdeauna deconectarea acestuia și eliberarea liniei telefonice.

Dacă plăcile instalate în calculator nu respectă standardul Plug-and-Play, care specifică o condiție de reinițializare standard, calculatorul nu are nici o modalitate de stabilire a stării în care se află plăcile din PC după o încărcare la cald. Calculatorul nu face nici o încercare de determinare a acestei stări și lucrează cu ceea ce găsește. În mod obișnuit, această acceptare „oarbă“ nu cauzează probleme. Totuși, dacă blocarea calculatorului a fost determinată de starea unei plăci de extensie, încărcarea la cald nu rezolvă problema. De exemplu, uneori plăcile video rămân în stări neobișnuite, afișând pe ecran lucruri ciudate după o blocare urmată de o încărcare la cald. De obicei, încărcarea la rece a PC-ului elimină aceste probleme.

PC-ul se comportă diferit în timpul proceselor de încărcare la rece și la cald. În timpul unei încărcări la rece, PC-ul execută toate procedurile de testare la punerea sub tensiune (POST – Power-On Self Test) pentru verificarea tuturor circuitelor. În timpul încărcării la cald, PC-ul ocolește procedurile de testare, pornind de la presupunerea că PC-ul a fost deja încărcat cel puțin o dată și, ca urmare, circuitele ar trebui să lucreze corespunzător.

PC-ul trebuie să facă diferența între încărcările la rece și la cald, pentru a stabili dacă trebuie să fie rulate procedurile de diagnosticare POST. Pentru diferențierea celor două tipuri de încărcări este folosită memoria obișnuită a calculatorului, care nu este ștearsă în timpul încărcării la cald. De fiecare dată când este încărcat, PC-ul stochează în memorie o semnătură de doi octeți. La următoarea încărcare, sistemul caută în memorie semnătura respectivă. Dacă o găsește, sistemul știe că a fost încărcat cel puțin o dată de la conectarea alimentării, așa că nu rulează procedurile de testare. Dacă nu găsește

semnătura, sistemul rulează procedurile de testare ca parte a procesului de încărcare la rece. Remarcați că dacă ceva din sistem modifică octeții semnăturii – așa cum fac uneori programele care se blochează – PC-ul va trece printr-un proces de încărcare la rece, chiar dacă nu a fost oprit.

Octeții de semnătură au valoarea 1234(Hex). Deoarece sunt stocați în formatul Intel cu octetul mai semnificativ la sfârșit *(little endian)*, octeții apar în memorie sub forma 3412.

Și programele pot să lanseze o încărcare la cald sau la rece, forțând saltul execuției la secțiunea respectivă din codul BIOS. Totuși, deoarece unele plăci de extensie nu sunt reinițializate automat în timpul procesului de încărcare la rece executat de codul BIOS, este posibil ca anomaliile să persiste după o încărcare la rece lansată de un program. De exemplu, este posibil ca placa video să se blocheze într-o stare incertă și să nu se deblocheze în urma unei reîncărcări. Din acest motiv, unele programe vă recomandă oprirea și repornirea calculatorului în timpul procesului de instalare, pentru a garanta funcționarea corespunzătoare a sistemului.

## Autotestarea la punerea sub tensiune

De fiecare dată când porniți PC-ul, controlul este preluat de BIOS. Prima sarcină a acestuia este să ruleze o serie de proceduri de diagnosticare – teste de sistem – numite rutine de autotestare la punerea sub tensiune (Power-On Self Test sau POST) prin care se asigură că toate componentele hardware ale PC-ului funcționează corespunzător înainte de a le încredința timpul și datele dumneavoastră. Una câte una, rutinele POST verifică circuitele de pe placa de bază, memoria, tastatura, discurile și toate plăcile de extensie. După ce se asigură că sistemul funcționează corect, codul BIOS inițializează circuitele electronice pentru încărcarea primului program.

### Codurile de eroare

Testele efectuate de BIOS sunt relativ simple. Codul BIOS trimite date către un port sau un registru și apoi verifică rezultatele. Dacă rezultatele sunt cele așteptate, se presupune că totul funcționează corect. Dacă apare o problemă, codul BIOS raportează problema cât de bine poate. Dacă sistemul de afișare funcționează, trimite pe ecran un număr care reprezintă un *cod de eroare*. (Cantitatea limitată de memorie disponibilă nu permite stocarea în codul BIOS a unor mesaje elaborate – adică ușor de înțeles – pentru sutele de condiții de eroare posibile.) Dacă PC-ul este atât de afectat încât nici măcar sistemul de afișare nu funcționează, codul BIOS semnalează eroarea printr-o serie de semnale sonore, trimise către difuzorul calculatorului.

Multe sisteme BIOS trimit codurile de eroare rezultate în urma testelor și către portul de intrare/ieșire 80(Hex). *Plăci de diagnosticare* speciale care se inserează într-un slot de extensie liber pot să monitorizeze procedura de testare și să afișeze evoluția și rezultatul testului. Tehnicienii folosesc deseori asemenea plăci de diagnosticare pentru repararea sistemelor.

### Codurile sonore

Afișarea unui cod de eroare pe ecran presupune că funcționează corect cel puțin o parte a calculatorului – și chiar o parte importantă – respectiv sistemul de afișare. Dacă placa video sau monitorul nu funcționează corect și nu aveți o placă de diagnosticare, afișarea codurilor de eroare este inutilă. Ca urmare, cele mai multe sisteme BIOS generează și alte coduri de identificare a erorilor, independente de sistemul de afișare.

În locul afișării vizuale, acestea folosesc coduri sonore redate prin difuzor, care este un echipament standard pentru toate PC-urile. Deoarece este legat de PC la un nivel

rudimentar – difuzorul este separat de portul de intrare/ieșire asociat numai printr-un cip de amplificare – difuzorul va funcționa întotdeauna, cu excepția celor mai grave defecte, cum ar fi deteriorarea microprocesorului. (Rețineți că acest difuzor elementar este complet separat de placa de sunet sau de sistemele multimedia cu care sunt echipate cele mai multe PC-uri noi.) Mesajele de eroare care pot fi auzite iau forma unor semnale sonore emise de difuzorul sistemului. Ca urmare, de obicei sunt numite *coduri sonore* (beep codes).

Pe măsură ce complexitatea PC-urilor a crescut, și sistemele de coduri sonore au devenit mai elaborate. Unele par mai complicate decât semnalele de pericol transmise de un transoceanic care se scufundă. Fiecare producător de sisteme BIOS folosește o schemă proprie pentru semnalele de avertizare. De obicei, un singur sunet scurt înseamnă că totul este în regulă; orice alt sunet semnalează o eroare.

Dacă la pornire PC-ul emite un semnal sonor care nu se oprește decât la întreruperea tensiunii, calculatorul dumneavoastră are o problemă mai gravă, cel mai probabil legată de alimentare sau de sistemul logic. Deseori, un astfel de sunet continuu este cauzat de o placă de extensie defectă sau greșit instalată. O altă cauză poate fi defectarea microprocesorului sau o altă problemă localizată pe placa de bază. Dacă întâlniți o astfel de situație, verificați mai întâi plăcile de extensie. Asigurați-vă că toate sunt instalate corespunzător în sloturi, apoi scoateți-le una câte una sau pe toate o dată, până când sunetul se oprește. (Nu uitați să întrerupeți tensiunea când scoateți sau instalați o placă de extensie.)

## Extensii BIOS

După testarea PC-ului și a circuitelor asociate, sistemul BIOS începe să execute rutinele de inițializare care configurează diferitele componente opționale ale PC-ului. Ceea ce se întâmplă în continuare depinde de modelul BIOS folosit. Un sistem BIOS convențional caută rutinele BIOS suplimentare, inițializează dispozitivele folosind rutinele existente deja în BIOS și începe încărcarea de pe disc.

Toate PC-urile presupun că multe dispozitive periferice sunt încărcate cu valori specifice la pornire. Cu alte cuvinte, toate valorile de operare prestabilite sunt încărcate de BIOS, astfel încât contorul de timp să știe ce să măsoare și difuzorul să știe la ce frecvență trebuie emise sunetele. Porturile seriale sunt configurate la viteza prestabilită. Un sistem Plug-and-Play, așa cum puteți întâlni în toate PC-urile mai noi, trece printr-un proces de încărcare mai complex, care ajunge până la configurarea completă a resurselor sistemului la fiecare pornire a calculatorului. Secțiunea „Plug-and-Play“ din acest capitol vă oferă o expunere pas cu pas a acestor proceduri de încărcare executate de BIOS.

Prin proiectare, codul BIOS al PC-ului știe cum să caute dincolo de limitele plăcii de bază. Știe cum să găsească instrucțiunile și datele adăugate de unele plăci de extensie. În timp ce unele calculatoare impun înlocuirea cipurilor BIOS pentru adăugarea noilor caracteristici, codul PC BIOS a fost proiectat astfel încât să permită extinderile. Aceasta înseamnă că limitele codului BIOS nu sunt impuse pentru totdeauna de codul firmware de pe cipul de siliciu. Codul BIOS extensibil poate accepta noi secvențe de cod ca și cum ar fi cod propriu. În loc să înlocuiți cipurile BIOS, această extensibilitate înseamnă că puteți adăuga cod firmware suplimentar care conține propriile rutine BIOS. Sistemul BIOS încorporează noile rutine în codul propriu.

Elementul cheie care asigură extensibilitatea sistemului BIOS este o rutină firmware suplimentară, care permite sistemului BIOS să caute secvențele de cod adăugate în

sistem. În timpul procesului de inițializare, codul BIOS citește domeniul de adrese, căutând rutine stocate pe plăcile adăugate în sistem. Dacă găsește o secțiune validă de cod, o adaugă la repertoriul BIOS. În acest fel, de exemplu, pot fi adăugate noi rutine pentru întreruperi sau pot fi modificate funcțiile rutinelor existente.

Rutina de extensie a sistemului BIOS funcționează astfel: după porțiunea de autotestare la punerea sub tensiune și după inițializarea funcțiilor principale ale plăcii de bază (de exemplu, după încărcarea vectorilor de întreruperi în memoria RAM), codul BIOS rezident cere calculatorului să caute în memoria ROM o secvență specială de octeți de preambul care marchează începutul unor rutine BIOS suplimentare. Sistemele BIOS IBM originale caută acești octeți în domeniul de adrese absolut de la 0C8000(Hex) la 0F4000(Hex); sistemele BIOS mai noi caută de la 0C0000(Hex) la 0EFFFF(Hex). Ambele domenii de adrese sunt subseturi ale memoriei rezervate înalte – adică domeniul de la 0A0000(Hex) la 0FFFFF(Hex) – și exclud zonele ocupate de memoria video și de codul BIOS propriu-zis, pentru a împiedica confuziile între datele obișnuite și octeții de preambul.

Dacă găsește octeții speciali de preambul, sistemul BIOS verifică dacă secțiunea de cod care urmează este o extensie BIOS validă, executând o formă de verificare ciclică prin redundanță asupra numărului specificat de blocuri de 512 octeți. Valorile tuturor octeților din bloc sunt adunați modulo 0100(Hex) – efectul acestei operații este același cu împărțirea sumei totale a octeților la 4096. Dacă restul operației este zero înseamnă că extensia BIOS conține un cod valid.

Octeții de preambul au o formă specifică. Doi octeți indică începutul unei secțiuni de extensie BIOS – valoarea 055(Hex) urmată de valoarea 0AA(Hex). Imediat urmează un al treilea octet care indică lungimea codului BIOS suplimentar. Valoarea conținută de acest octet indică numărul de blocuri de 512 octeți pe care îl ocupă în total codul suplimentar. Echipamentele periferice care respectă standardul Plug-and-Play folosesc un antet mai structurat după octeții de preambul.

După identificarea unei secțiuni valide de cod, controlul sistemului (execuția programului BIOS) trece la al patrulea octet din extensia BIOS și execută funcțiile specificate în continuare în limbaj mașină. De obicei, aceste instrucțiuni precizează sistemului BIOS cum să instaleze codul suplimentar. În sfârșit, după executarea instrucțiunilor din extensia BIOS, controlul este returnat codului BIOS rezident. Sistemul continuă să caute alte blocuri de cod pentru extensii BIOS. Căutarea se termină în momentul în care ajunge la adresa absolută 0F4000(Hex), după care începe procesul de încărcare de pe disc.

Nu întotdeauna cipurile ROM sau de memorie flash care conțin extensiile BIOS se află pe placa de bază. Locațiile de memorie folosite sunt accesibile și de pe magistrala de extensie. În acest fel noile cipuri ROM, care extind posibilitățile sistemului BIOS original, pot fi montate direct pe plăcile de extensie care se instalează în calculator. Codul necesar pentru controlul asupra accesoriilor de extensie este încărcat automat la inițializarea sistemului.

Într-un calculator pot fi instalate mai multe secțiuni de cod suplimentar, singura limită fiind impusă de domeniul de adrese disponibil. O complicație este faptul că două secțiuni de cod nu pot ocupa aceeași zonă de memorie. Ca urmare, producătorii plăcilor de extensie ISA convenționale includ pe placă jumpere, comutatoare DIP sau memorii EEPROM care permit realocarea adreselor folosite de extensiile BIOS și evitarea conflictelor. Pentru modelele Plug-and-Play rezolvarea conflictelor se face automat în timpul procesului de configurare.

## Încărcarea programului inițial

După ce a terminat toate testele, a verificat dacă există coduri BIOS suplimentare și a configurat toate dispozitivele pe care le-a recunoscut, sistemul BIOS cedează controlul sistemului de operare. În sistemele mai vechi, sistemul de operare preia controlul și aduce PC-ul la viață. În sistemele Plug-and-Play, sistemul de operare continuă inițializarea dispozitivelor instalate și conectate la PC. De fapt, sistemul Plug-and-Play finalizează procesul de configurare început de BIOS.

În ambele situații, indiferent dacă sistemul BIOS a terminat inițializarea sau a transferat controlul către sistemul de operare, pentru a termina acest proces, sistemul de operare trebuie să fie cumva încărcat. PC-ul trebuie să știe suficient de multe lucruri despre discuri – dischete, discuri hard și CD – ca să poată găsi sistemul de operare și să ruleze codul acestuia. Procesul de lansare în execuție a sistemului de operare se numește *încărcarea programului inițial* (Initial Program Load – IPL).

Procedura IPL este simplă, din motive ușor de înțeles. Atunci când a fost creat primul PC, cipurile ROM erau scumpe – la fel ca și celelalte componente ale PC-ului, de altfel. Proiectanții PC-ului au optat pentru folosirea unei memorii ROM cât mai mici pentru pornirea sistemului. Ca urmare, au adăugat la sfârșitul codului BIOS de testare o rutină scurtă care cere citirea primului sector de pe dischetă. Datorită funcției pe care o îndeplinește, primul sector este numit uneori *sector de încărcare* (boot sector). (În calculatoarele mai noi, codul BIOS este destul de inteligent ca să caute sectorul de încărcare și pe disc, nu numai pe dischetă, iar uneori chiar și în unitatea de CD-ROM. Multe sisteme BIOS vă permit să selectați unde se face această căutare și ordinea în care se realizează.) Dacă sistemul BIOS găsește în sectorul respectiv o secvență executabilă de cod, o încarcă în memorie și o execută. Dacă nu găsește un cod executabil, lansează un mesaj de eroare și nu mai face nimic altceva, deoarece nu știe să facă altceva.

Cantitatea mică de cod a rutinei IPL nu lasă prea mult loc de manevră. Aceasta verifică numai primul sector fizic de pe disc. Verificarea se face pe sectoare fizice, nu pe clustere sau unități de alocare, deoarece în acest punct sistemul BIOS nu știe ce sistem de operare folosiți și cum organizează acesta spațiul de pe disc. Sistemul BIOS trebuie să știe cum să găsească primul sector fizic de pe disc; ca urmare, discul fizic trebuie să aibă asociată o extensie BIOS care să specifice modul de acces. O unitate de disc care folosește numai un driver de dispozitiv software va fi invizibilă pentru BIOS și pentru rutinele IPL și, ca urmare, nu va putea fi folosită pentru încărcarea sistemului.

Și codul din sectorul de încărcare este scurt și la obiect, deoarece trebuie să încapă într-un singur sector. Codul stocat în acest sector precizează PC-ului cum să găsească restul sistemului de operare. După localizarea porțiunii principale a sistemului de operare, codul stocat în sectorul de încărcare începe să îl încarce și îi cedează controlul. Sistemul de operare preia comanda și termină procesul de încărcare a PC-ului.

## Plug-and-Play

Una dintre cele mai grave lipsuri ale PC-urilor mai vechi – dinaintea erei Pentium – era faptul că magistralei de extensie ISA îi lipsesc procedurile automatizate de configurare. Ajustarea parametrilor și configurarea sarcinilor software intra în sarcina dumneavoastră. Și fiecare dintre zecile de opțiuni pe care trebuia să le alegeți aducea propriul potențial de eroare. Un singur jumper plasat greșit sau un comutator în poziția incorectă era deseori suficient pentru a transforma un PC de 2000$ într-un ornament zgomotos.

Pentru eliminarea acestor probleme și pentru a transfera sarcinile obositoare de configurare a sistemului cuiva mai bine dotat în acest scop, industria PC-urilor a dezvoltat *inițiativa plug-and-play*. Ideea era de a lăsa PC-ul să se configureze singur. În definitiv, PC-urile sunt specializate în îndeplinirea sarcinilor pe care dumneavoastră le considerați obositoare. Scopul era crearea unui PC fără comutatoare, jumpere și dureri de cap. Până în acest moment, au fost atinse două obiective din trei – un scor destul de bun.

Scopul simplu a stat la baza cursei pentru obținerea sistemelor actuale, cu posibilități rezonabile de autoconfigurare. Pentru funcționarea sistemului Plug-and-Play era necesară modificarea codului BIOS, a magistralei de extensie, a plăcilor de extensie și a sistemului de operare. Adoptarea universală a sistemului Plug-and-Play a fost o tranziție lentă, încetinită de ritmul cu care produsele au apărut pe piață, și care încă nu s-a încheiat.

## Elemente de bază

Prima încercare de stabilire a specificațiilor Plug-and-Play a fost făcută o dată cu lansarea specificațiilor originale Intel-Microsoft pentru standardul ISA, pe 28 mai 1993. Acest efort a inspirat și alte companii, care au dezvoltat standarde înrudite pentru extinderea tehnologiei Plug-and-Play și la alte procese de configurare cu probleme, în special cele pentru extensiile SCSI. Compaq Computer Corporation și Phoenix Technologies au colaborat cu Intel pentru dezvoltarea specificațiilor BIOS pentru Plug-and-Play, lansate la 1 noiembrie 1993.

Tehnologia Plug-and-Play transferă responsabilitatea memorării și stabilirii opțiunilor de configurare de la dumneavoastră la calculator. În definitiv, calculatorul are o memorie mai bună decât a dumneavoastră și nu îl deranjează dacă trebuie să execute o procedură de verificare ori de câte ori este nevoie.

Standardul Plug-and-Play trebuie să fie respectat de toate cele trei elemente ale sistemului – PC-ul și codul BIOS, sistemul de operare, plăcile de extensie și perifericele atașate la PC. Orice dispozitiv mai vechi care nu respectă standardul Plug-and-Play este considerat a fi un dispozitiv *moștenit*. Sistemul Plug-and-Play încearcă să acomodeze dispozitivele moștenite, dar nu poate să rezolve toate conflictele dintre acestea. Dezvoltatorii consideră că soluția problemei este uzura dispozitivelor existente. În timp, produsele care nu respectă standardul Plug-and-Play vor dispărea de pe piață. Pentru a accelera dispariția produselor moștenite, Intel și Microsoft au eliminat suportul pentru magistrala ISA din cele mai recente standarde pentru sisteme, deși mulți cumpărători încă insistă să aibă cel puțin un slot ISA în noile PC-uri.

Dacă ați cumpărat un PC în ultimii cinci ani, puteți fi aproape sigur că acesta include suportul Plug-and-Play. Toate sistemele BIOS create în ultima jumătate de deceniu includ posibilități Plug-and-Play. Toate sistemele de operare Microsoft, începând cu Windows 95, asigură suportul Plug-and-Play. Aproape toate plăcile de extensie PCI au fost construite în conformitate cu standardul Plug-and-Play (la fel ca și multe dintre plăcile de extensie ISA recente).

## Asigurarea suportului pentru plăcile de extensie

Procedura Plug-and-Play de bază este un proces în trei etape, care conduce la automatizare: mai întâi, sistemul identifică resursele de care are nevoie fiecare placă de extensie. Apoi coordonează alocarea resurselor pentru evitarea conflictelor. În sfârșit, comunică sistemului și componentelor software ce alegeri a făcut.

Procesul de configurare Plug-and-Play apelează la anumite caracteristici hardware ale plăcilor de extensie Plug-and-Play. Cel mai important este că orice placă Plug-and-Play

se poate dezactiva singură, astfel încât să nu răspundă la semnalele normale de control din interiorul PC-ului. Atunci când este inactivă, placa se deconectează singură de la toate resursele sistemului, astfel încât, în această situație, nu poate cauza conflicte.

În plus, fiecare placă de extensie Plug-and-Play conține mai mulți regiștri care pot fi adresați prin intermediul unui set standardizat de trei porturi de intrare/ieșire, astfel încât codul BIOS sau sistemul de operare poate să controleze procesul de configurare a plăcii. Aceste porturi sunt numite Adresă (Address), Scriere date (Write Data) și Citire date (Read Data).

Portul de adresă funcționează ca un pointer care extinde numărul regiștrilor de control accesibili direct sistemului, fără să folosească alte resurse ale sistemului. Încărcând numărul unui registru în portul de adresă, registrul respectiv devine disponibil pentru scrierea sau citirea datelor prin porturile Write Data și Read Data.

Specificațiile Plug-and-Play definesc explicit opt regiștri pentru controlul plăcii și rezervă două seturi mai mari, unul de 24 de regiștri pentru dezvoltarea ulterioară a standardului și al doilea de 16 regiștri pe care producătorul plăcii îi poate folosi în scopuri proprii. În plus, specificațiile Plug-and-Play permit configurarea plăcilor ca dispozitive logice multiple, alocând porturi pentru controlul acestora. Portul de adresă permite folosirea portului de scriere (Write Data) pentru selectarea dispozitivului logic activ și a resurselor folosite de fiecare dispozitiv logic.

Plăcile de extensie Plug-and-Play pot funcționa în două moduri, în funcție de rolul pe care îl au la încărcarea sistemului. Plăcile care sunt necesare la încărcarea sistemului – adică placa video și controllerul de disc – sunt active la pornire. Aceasta înseamnă că intră în funcțiune la fel ca și plăcile de extensie convenționale, folosind resursele alocate prin configurarea prestabilită la punerea sub tensiune. Acestea acaparează resursele de care au nevoie, participă la procedura normală de auto-testare, apoi vă lasă să folosiți PC-ul în mod normal. Acestea pot cauza aceleași probleme de alocare a resurselor ca și plăcile de extensie convenționale care nu respectă standardul Plug-and-Play. Celelalte dispozitive Plug-and-Play (care nu sunt necesare în timpul procesului de încărcare) sunt inactive la pornirea sistemului, așteptând ca sistemul de operare să le spună ce configurație să folosească.

În mod normal, plăcile Plug-and-Play care nu sunt folosite în timpul procesului de încărcare sunt inactive la pornire. Acestea nu fac nimic până când nu sunt explicit activate, de obicei de sistemul de operare Plug-and-Play.

Toate plăcile Plug-and-Play conțin circuite speciale pentru gestionarea configurațiilor. Aceste circuite operează independent de funcțiile normale ale plăcii. Spre deosebire de circuitele funcționale ale plăcii, care pot fi deconectate de la interfața de magistrală, circuitele Plug-and-Play monitorizează întotdeauna semnalele de pe magistrală. Circuitele Plug-and-Play se pot afla într-una din următoarele patru stări, indiferent dacă circuitele funcționale ale plăcii sunt active sau inactive: Așteptarea cheii (Wait for Key), Izolare (Isolation), Configurare (Configuration) și Somn (Sleep).

## Funcționarea în timpul încărcării sistemului

Toate plăcile Plug-and-Play, indiferent dacă sunt active sau inactive, sunt inițializate în starea Wait for Key. În această stare, placa refuză să răspundă la semnalele de pe magistrala ISA până când primesc o comandă explicită, numită cheie de inițializare (Initiation Key). De fapt, cheia de inițializare este o interacțiune precis definită, cu 32 de etape, între sistemul Plug-and-Play gazdă și circuitele de pe fiecare placă de extensie.

Toate cele 32 de comparații trebuie să fie corecte pentru succesul cheii de inițializare. După recepționarea corectă a cheii de inițializare, plăcile de extensie Plug-and-Play trec în modul Sleep.

Deoarece codul BIOS moștenit nu știe să lanseze procesul de trimitere a cheii de inițializare, nu poate să scoată plăcile Plug-and-Play din starea de așteptare (Wait for Key). Circuitele de configurare ale plăcilor Plug-and-Play nu sunt activate decât după încărcarea sistemului de operare Plug-and-Play.

În sistemele Plug-and-Play integrale, codul BIOS trimite automat cheia de inițializare. Codul BIOS poate apoi să preia controlul plăcilor individuale, să interogheze dispozitivele Plug-and-Play privind resursele de sistem necesare și să rezolve conflictele între dispozitivele de încărcare. Totuși, de obicei, codul BIOS nu alocă resurse și nu activează plăcile care nu sunt implicate în procesul de încărcare a sistemului. Aceste decizii sunt lăsate în seama sistemului de operare.

Pentru configurarea fiecărei plăci de extensie, codul BIOS sau sistemul de operare Plug-and-Play trebuie să poată comunica individual cu fiecare placă, instruind fiecare placă independent. În mod obișnuit, acest lucru este dificil pentru sistemele ISA, deoarece semnalele sunt transmise pe magistrală către toate plăcile de extensie. Creatorii standardului Plug-and-Play s-au gândit la modificarea magistralei ISA în vederea transmiterii unor semnale specifice pe sloturi, pentru identificarea unică a plăcilor de extensie. Totuși, știind că pentru astfel de schimbări este nevoie de ani întregi, au dezvoltat și un sistem de identificare compatibil cu magistralele ISA existente, care permite adresarea individuală a plăcilor, exceptând situațiile când în același PC sunt instalate mai multe plăci de extensie identice. Într-un astfel de sistem Plug-and-Play, fiecare placă este identificată de un număr de selectare a plăcii (Card Select Number – CSN). Fiecărei plăci îi este alocat dinamic un număr de selectare CSN de către codul BIOS Plug-and-Play (dacă PC-ul este echipat cu un astfel de cod) sau de sistemul de operare Plug-and-Play.

Numărul de selectare (CSN) este o facilitate, asemănătoare cu manipulatoarele de fișiere folosite în DOS. Memoria ROM de pe fiecare model de placă Plug-and-Play conține un identificator format din opt octeți de cod și un octet pentru suma de control. Doi octeți conțin trei litere de identificare a producătorului, în cod ASCII comprimat (cinci biți pentru fiecare caracter). Alți doi octeți conțin numărul de model al plăcii, iar ultimii patru octeți conțin un număr special, specific plăcii.

În contrast cu acest identificator, numărul CSN este format dintr-un singur octet, ceea ce îl face mai ușor de manipulat și de stocat decât toate informațiile din memoria ROM de pe placă. Mai mult, numerele CSN vă permit să instalați în același PC mai multe copii ale unui anumit model de placă, fără să genereze conflicte, presupunând că PC-ul are la dispoziție o modalitate de adresare individuală a fiecărui slot de extensie.

La încărcare, pentru toate plăcile Plug-and-Play valoarea numărului CSN este zero. Pentru alocarea unui CSN unic fiecărei plăci Plug-and-Play, codul BIOS sau sistemul de operare trebuie să izoleze plăcile individuale față de magistrală. Acest lucru se face prin trecerea tuturor plăcilor din starea Sleep în starea Isolation, prin lansarea unei comenzi Wake (Trezire), specificând valoarea CSN prestabilită (0) către porturile de scriere (Write Data) ale tuturor plăcilor.

În starea Isolation, fiecare placă interacționează cu PC-ul (și cu codul BIOS sau cu sistemul de operare Plug-and-Play) într-o manieră precis definită, numită secvență de

izolare. Codul BIOS sau sistemul de operare Plug-and-Play folosește seria de identificare pentru localizarea unică a plăcii. Sistemul nu face decât să compare biții numerelor de identificare, ignorând semnificația acestora.

Secvența de izolare implică scanarea simultană a tuturor seriilor de identificare, bit cu bit, în registrul LFSR (Linear Feedback Shift Register). Sistemul gazdă execută 72 de operații succesive de citire pe un singur bit (o operație de citire pentru fiecare dintre cei 64 de biți din cod și cei 8 biți din suma de control). La fiecare pas, plăcile Plug-and-Play compară un bit din propriul registru LFSR cu bitul corespunzător al celorlalte plăci, prin observarea semnalelor de pe magistrală.

Dacă o placă are un bit cu valoarea 1 în registrul LFSR, lansează un semnal de date pe magistrală; plăcile pentru care bitul de pe poziția respectivă are valoarea 0 nu lansează acest semnal. Dacă o placă pentru care bitul de pe o anumită poziție este zero detectează un semnal 1 pe magistrală, trimis de placa sau plăcile care conțin 1 în poziția respectivă a codului de identificare, iese din secvența de izolare și intră din nou în starea Sleep. Acest proces de comparare pe biți continuă până când, la sfârșitul celor 72 de evaluări, rămâne o singură placă în starea Isolation.

După identificarea unică a unei singure plăci, sistemul de operare îi atribuie un număr CSN unic. Placa stochează numărul CSN într-un registru special și trece la rândul ei în starea Sleep. Codul BIOS sau sistemul de operare Plug-and-Play inițiază o altă secvență de izolare pentru alocarea următorului număr CSN, și așa mai departe, până când toate plăcile primesc câte un număr. La secvențele de izolare participă numai plăcile pentru care numărul CSN este zero, deoarece numai acestea răspund la comanda Wake care declanșează secvența de izolare.

După ce toate plăcile Plug-and-Play au fost izolate și au primit câte un număr CSN, codul BIOS sau sistemul de operare identifică resursele de care are nevoie fiecare placă. Pentru aceasta, fiecare placă este trecută în modul Configurare și apoi sunt citite cerințele de resurse din datele stocate pe placă.

O placă pentru care a fost alocat un număr CSN valid trece în modul Configurare atunci când detectează pe magistrală o comandă Wake care conține numărul CSN propriu. În modul Configurare se poate afla la un moment dat o singură placă, așa că toate celelalte plăci trec automat în modul Sleep atunci când detectează pe magistrală o comandă Wake destinată unei alte plăci.

În PC-urile echipate cu cipuri BIOS Plug-and-Play, codul BIOS verifică fiecare placă citind regiștrii acesteia prin portul de citire și alcătuiește o listă cu cerințele de resurse, apoi termină procesul de încărcare. Din acest moment, controlul este preluat de sistemul de operare Plug-and-Play. În PC-urile care nu au cipuri BIOS Plug-and-Play, sistemul de operare trece de la procesul de izolare la cel de configurare.

După ce o placă a fost configurată, sistemul de operare poate să o activeze prin scrierea directă în regiștrii acesteia. O singură placă de extensie poate avea mai multe funcții, numite dispozitive virtuale, pe care sistemul de operare poate să le activeze independent.

După terminarea procesului de configurare (sau oricând este nevoie) sistemul de operare poate să treacă placa de extensie respectivă din starea Sleep în starea Configuration ca să o activeze, să o dezactiveze sau să îi modifice configurația. Fiecare placă este controlată individual prin folosirea comenzii Wake și specificarea numărului CSN al plăcii. Acest proces permite sistemului de operare să modifice dinamic resursele folosite de orice placă de sistem, în funcție de cerințele aplicațiilor.

## Structura

Pe lângă introducerea unor noi etape în procedura POST standard executată de BIOS, tehnologia Plug-and-Play adaugă o nouă structură în codul BIOS suplimentar. Această structură permite unei plăci de extensie să includă secvențe de cod specifice sistemelor de operare, astfel încât aceeași placă poate funcționa diferit, în funcție de sistemul de operare rulat pe calculator.

Codul BIOS Plug-and-Play intră în acțiune imitând codul BIOS convențional creat de IBM în 1981, adică scanează domeniul de adrese folosit de codul BIOS în căutarea codului BIOS suplimentar de pe plăcile de extensie. Ca și în cazul procedurii standard ISA POST, codul BIOS Plug-and-Play caută o semnătură specială în memoria ROM – codul format din octeții 055(Hex) și 0AA(Hex) – care indică un bloc de cod BIOS suplimentar.

Sistemul Plug-and-Play adaugă o informație suplimentară la această semnătură – un pointer care urmează imediat după semnătură pentru a indica poziția unui antet de extensie sau a unui lanț de astfel de anteturi în codul BIOS. Fiecare antet este identificat printr-un preambul special de patru octeți – 024(Hex), 050(Hex), 06E(Hex), 050(Hex) – care corespund caracterelor ASCII $PnP. Fiecare antet poate fi destinat unui anumit sistem de operare, folosind coduri suplimentare. Spre deosebire de plăcile de extensie convenționale, aceste secvențe de cod suplimentare nu sunt citite de BIOS, ci de sistemul de operare, deoarece plăcile de extensie Plug-and-Play sunt inactive și efectiv decuplate de la magistrală în timpul operațiilor de scanare executate de BIOS.

Folosind numerele CSN atribuite de BIOS (sau chiar de sistemul de operare), sistemul de operare poate să identifice fiecare placă Plug-and-Play, să citească zona BIOS a acesteia și să găsească fiecare antet. Informațiile codificate în anteturile de extensie includ tipul dispozitivelor de pe placă și poziția codului de program folosit pentru încărcarea PC-ului (dacă un dispozitiv de pe placă poate încărca sistemul). Un indicator de dispozitiv (Device Indicator), stocat pe un octet, din acest antet indică dacă memoria ROM de pe placă este inițializată ca driver de dispozitiv, dacă poate fi duplicată în memoria RAM, dacă poate utiliza cache-ul și dacă operează ca dispozitiv de încărcare, de afișare sau de intrare. Un cod pentru tipul dispozitivului ajută sistemul BIOS să identifice dispozitivele care pot fi folosite pentru încărcarea sistemului, dacă nici unul nu este specificat explicit. Acest cod identifică exact tipul perifericelor conectate prin slotul de extensie. De asemenea, în antet este inclusă și seria de identificare.

Specificațile Plug-and-Play permit producătorilor de plăci să folosească un număr destul de mare de adrese din memoria și din porturile de intrare/ieșire disponibile. Fiecare placă poate să folosească până la patru domenii nesecvențiale de adrese de bază din memorie pentru codul BIOS și până la opt adrese de bază nesecvențiale pentru porturile de intrare/ieșire. În plus, o placă poate să folosească cel mult două niveluri de întreruperi și cel mult două canale DMA. Fiecare producător determină numărul resurselor care pot fi folosite de o anumită placă. Stabilirea resursele utilizate efectiv de placă rămâne la latitudinea celui care fabrică placa.

Cerințele de resurse nu trebuie să fie configurabile. O placă ce asigură un suport Plug-and-Play minim comunică sistemului resursele de care are nevoie și așteaptă să le primească. Totuși, cele mai multe plăci Plug-and-Play oferă mai multe posibilități de selectare a cerințelor de resurse. Chiar și atunci când între două plăci apar conflicte care nu pot fi rezolvate, sistemul Plug-and-Play poate menține operativitatea PC-ului prin dezactivarea uneia dintre plăcile care generează conflictul.

Tehnologia Plug-and-Play permite ca în memoria ROM de pe fiecare placă de extensie să fie stocat codul de interfață și driverele pentru mai multe sisteme de operare, fiecare identificat de propriul antet de extensie. Un sistem de operare poate să identifice codul care îi este destinat prin citirea anteturilor.

## Acceptarea plăcilor moștenite[1]

În ciuda vârstei și a limitelor severe pe care le impune, utilizatorii ezită să renunțe la magistrala ISA. Aceasta este precum un vechi prieten, care nu știe decât trei glume, pe care le repetă mereu; v-ați plictisit să auziți mereu aceleași glume, dar încă vă plac. Magistrala ISA este la fel de familiară ca și reluările serialului *Seinfield* la televizor și nimeni nu vrea să renunțe la ea. Ca urmare, susținătorii standardului Plug-and-Play au proiectat noul sistem astfel încât să accepte vechea magistrală ISA și să permită o trecerea gradată la tehnologia îmbunătățită. Deși un PC fără probleme ar trebui să fie echipat cu un cod BIOS nou și numai cu plăci de extensie Plug-and-Play, problemele de configurare vor dispărea pe măsură ce instalați noi sisteme de operare și noi plăci de extensie. În final – cel puțin așa cred dezvoltatorii – magistrala ISA nu va mai fi decât o glumă proastă.

În cazul PC-urilor mai vechi, construite înainte de crearea standardului Plug-and-Play și care nu au cod pentru acesta în sistemul BIOS, sistemul automatizat de configurare împarte între dumneavoastră și sistemul de operare sarcinile de rezolvare a conflictelor de resurse. Deși sistemul de operare Plug-and-Play gestionează plăcile de extensie Plug-and-Play, dumneavoastră trebuie să configurați plăcile de extensie moștenite.

Modernizarea unui PC vechi cu un cod BIOS Plug-and-Play nu vă ajută să rezolvați conflictele dintre plăcile de extensie convenționale, deoarece alocarea resurselor este mediată de hardware și nu poate fi modificată numai prin software. După ce veți elimina din sistem toate produsele care nu corespund standardului Plug-and-Play sau – și mai bine – veți înlocui cu totul PC-ul, problemele de configurare vor dispărea.

Implementarea procedurii Plug-and-Play de bază este complicată de lipsurile modelului ISA. De exemplu, magistrala ISA nu oferă nici o posibilitate de izolare a unei plăci de extensie individuale, pentru a determina resursele de care are nevoie aceasta. Plăcile pot fi folosite individual numai după ce sunt configurate și după ce programele sunt informate cu privire la resursele folosite de fiecare placă de extensie.

Nici plăcile de extensie ISA nu au posibilitățile necesare pentru configurarea automată. Acestea au nevoie de un mijloc de a permite stabilirea automată a resurselor folosite. În locul unor jumpere și comutatoare, plăcile trebuie să aibă bistabile software. De asemenea, plăcile trebuie să înțeleagă un set comun de comenzi prin care se fac diferite ajustări ale configurației.

În plus, procedura automatizată de configurare are nevoie de propriul sistem de control. Aceasta înseamnă că este nevoie de un program care să parcurgă etapele procedurii de configurare. De asemenea, este necesară o metodă de comunicare către software a adreselor și a alocărilor efectuate, astfel încât aplicațiile să aibă acces la echipamentele periferice ale PC-ului.

Aceste lipsuri demonstrează că punerea la punct a unui sistem de configurare automată implică modificări în aproape toate aspectele unui PC. Pentru adresarea individuală a plăcilor de extensie, magistrala ISA trebuie revizuită. Pentru a permite configurarea

1 Sunt considerate *moștenite* (legacy) toate componentele hardware sau software legate de magistrala ISA sau de sistemul de operare DOS, precum și echipamentele care nu respectă standardul Plug-and-Play. (n. trad.)

automată, plăcile de extensie ISA trebuie să fie reproiectate. Procedura de configurare trebuie să fie integrată în procedura de testare a calculatorului, ceea ce înseamnă modificări în codul BIOS. Legăturile cu componentele software sunt cel mai bine implementate prin reproiectarea generală a sistemului de operare.

## Funcții de interfață

Deși în prezent rolul principal al sistemului BIOS este de a porni PC-ul, își păstrează numele primit datorită rolului de interfață între componentele software și hardware ale calculatorului. Sistemul BIOS este un sistem de control care operează la cel mai scăzut nivel – nivelul elementar – la care intrările și ieșirile sunt legate de programe. De fapt, acesta este ca o telecomandă pentru un televizor. Sistemul BIOS permite componentelor software să „apese pe butoane“ de la distanță față de hardware, așa cum dumneavoastră controlați canalul televizorului din fotoliu, fără să vă apropiați de televizor și să umblați la circuitele de acord. Ca funcționare, sistemul BIOS este o telecomandă universală. Vă permite să apăsați aceleași butoane, indiferent de tipul sau modelul televizorului pe care îl aveți.

Scopul original al proiectării sistemului BIOS este de a permite revizuirea sau actualizarea componentelor hardware fără să fie necesară modificarea componentelor software. Ajută la garantarea compatibilității înapoi a PC-ului. Pasul suplimentar impus de BIOS este necesar, deoarece toate calculatoarele au elemente localizate la adrese specifice din memorie sau în domenii de adrese alocate anumitor porturi de intrare/ieșire. Alte componente ale calculatoarelor pot avea regiștri proprii, folosiți pentru control, care sunt adresați la locații specifice. Datorită numărului mare de componente separate existente într-un calculator, numărul posibil de variante privind localizarea acestor adrese este nelimitat. Programele software care încearcă să controleze aceste componente hardware trebuie să aibă acces la regiștrii respectivi. Dacă toate calculatoarele ar fi produse după aceleași standarde, cu aceleași porturi folosite pentru aceleași componente hardware și cu exact aceiași regiștri, nu ar apărea nici o problemă. Dar dacă un producător dorește să modifice o anumită componentă hardware folosind o tehnologie care asigură performanțe mai bune sau fiabilitate mai mare, s-ar putea să fie împiedicat de vechile adrese. S-ar putea ca programele să încerce să folosească vechile modele, cu vechile seturi de porturi, în timp ce noul model, îmbunătățit, este mapat în memorie și nu folosește porturi. S-ar putea ca vechile programe să nu știe cum să adreseze noile componente hardware, ceea ce înseamnă că noul model nu va funcționa.

Sistemul BIOS furnizează programelor o legătură. Programele apelează codul BIOS pentru funcțiile hardware de care au nevoie. În continuare, de componentele hardware se ocupă codul BIOS. Dacă modelul de proiectare al unui calculator se schimbă radical, numai codul BIOS trebuie să fie modificat astfel încât să reflecte noile modalități de folosire a caracteristicilor PC-ului. Codul BIOS modificat lucrează în continuare în același fel pentru programe, așa că programele mai vechi rulează exact la fel ca înainte de modificare. De fapt, sistemele mai noi folosesc un drum nou ca să ajungă la vechea destinație – un fel de ocolire. Noul BIOS este o hartă mai nouă care arată numai calea de ocolire.

Cu siguranță, driverele software actuale îndeplinesc cu ușurință această funcție a codului BIOS. Totuși, atunci când au fost create PC-urile nu existau drivere. Codul BIOS al primului PC nu permitea adăugarea unor noi componente hardware, iar primul sistem de operare nu asigura posibilitatea de adăugare a driverelor. Neștiind ce avea să devină calculatorul personal, pentru primul PC IBM s-a bazat pe codul BIOS și și-a rezervat dreptul de a face orice modificări asupra arhitecturii hardware. IBM nu a dat nici o garanție că porturile și regiștrii PC-ului vor rămâne nemodificați în calculatoarele

produse ulterior. În lumea bine organizată imaginată de IBM, programele nu ar fi avut nevoie niciodată să adreseze direct componentele hardware. În schimb, programele pot apela rutine software din BIOS, care conține în codul permanent partea de adresare necesară. Calculatoarele produse ulterior, cu alte arhitecturi hardware, pot să folosească rutinele BIOS care lucrează la fel ca și rutinele vechi, astfel încât nu se deosebesc de acestea atunci când sunt folosite de aplicații. Totuși, adresele folosite intern de rutinele BIOS sunt modificate astfel încât să corespundă noilor componente hardware. Ca urmare, aceleași aplicații pot să ruleze fără nici o modificare pe diferite modele hardware, ceea ce permite proiectantului să îmbunătățească întreaga arhitectură hardware a sistemului, dacă este necesar.

## Compatibilitatea

În vremurile când sistemul de operare al PC-ului coopera cu sistemul BIOS, în loc să îi preia funcțiile, compatibilitatea codului BIOS era un aspect major de care trebuia să țineți seama la cumpărarea unui nou PC. Funcționalitatea codului BIOS trebuia să fie echivalentă cu cea a unui PC IBM ca să lucreze corect cu produsele software existente. Ca urmare, după apariție, codul IBM BIOS a devenit cel mai copiat set de rutine software din întreaga lume. Codul PC BIOS a stabilit toate punctele de intrare pentru codurile IBM BIOS create ulterior și pentru cele mai multe coduri BIOS compatibile. De asemenea, acesta a stabilit funcțiile pe care putea și trebuia să le asigure orice sistem BIOS. A stabilit modul de funcționare a sistemului BIOS. Codul BIOS dezvoltat de IBM pentru calculatorul PC-AT în 1984 încă definește nivelul minim de compatibilitate pentru *toate* PC-urile.

În prezent, producătorii de PC-uri pot să cumpere cipuri BIOS compatibile din mai multe surse. Nu întotdeauna a fost atât de simplu. Obținerea compatibilității codurilor BIOS comerciale a fost una dintre cele mai interesante povești din istoria PC-urilor.

### Elaborarea sistemului BIOS

Deoarece legea dreptului de autor interzice copierea muncii altuia, codurile BIOS compatibile trebuiau să fie scrise „curat". Aceasta înseamnă că programatorii nu aveau acces la codul sursă și nu știau ce rutine conține acesta. Programatorii aveau la dispoziție o listă de instrucțiuni și funcțiile pe care codul BIOS trebuie să le execute pentru fiecare instrucțiune. Cu alte cuvinte, ei trebuiau să privească sistemul BIOS pe care voiau să îl copieze ca pe o cutie neagră care primea o serie de intrări și furniza o serie de ieșiri. Apoi programatorii deduceau instrucțiunile folosite în interiorul cutiei pentru obținerea rezultatelor dorite.

Acest mod de lucru este scump și consumă mult timp. Doar puține companii au la dispoziție resursele necesare unei astfel de munci. Compaq a fost prima firmă care a reușit să facă acest lucru. Marea majoritate a producătorilor de calculatoare compatibile au cumpărat codul BIOS firmware de la firme specializate. Prima firmă care a oferit cipuri BIOS compatibile a fost Phoenix Technologies. În prezent, producătorii de PC-uri pot să cumpere cipuri BIOS și de la American Megatrends, Inc, Award Software sau MR BIOS.

Deoarece fiecare furnizor de sisteme BIOS trebuie să-și dezvolte separat propriul produs, codul exact folosit pentru fiecare versiune de BIOS este diferit. Din punct de vedere funcțional, toate sistemele BIOS sunt identice pentru componentele software (inclusiv sistemul de operare).

### Compatibilitatea hardware

De cealaltă parte a interfeței – acolo unde codul BIOS face legătura cu componentele hardware ale PC-ului – sistemul BIOS poate fi destul de diferit. Prin proiectare, orice cod BIOS este creat pentru a corespunde componentelor hardware specifice PC-ului în care

funcționează. Aceasta este una dintre sarcinile codului BIOS – reunirea diferitelor modele hardware, astfel încât acestea să funcționeze interschimbabil cu toate produsele software. Fiecare sistem BIOS este adaptat PC-ului pe care îl controlează. De obicei, producătorii plăcilor de bază modifică pentru sistemul propriu un cod BIOS generic cumpărat de la unul dintre producătorii specializați.

Deoarece fiecare cip BIOS este adaptat unui anumit model de calculator, nici un cod BIOS generic nu poate să funcționeze corect într-un anumit PC. Cipurile BIOS nu sunt interschimbabile. Mai mult, dacă dintr-un motiv oarecare doriți să schimbați sau să modernizați codul BIOS al PC-ului – prin cumpărarea unor noi cipuri sau prin descărcarea codului pentru memoria flash – trebuie să obțineți unul care corespunde cu exactitate modelului de calculator pe care îl aveți.

### Sistemul BIOS avansat

De câțiva ani, producătorii de sisteme BIOS trebuie să facă față unei alte probleme de compatibilitate, suportul pentru sistemul BIOS avansat (Advanced BIOS), introdus de IBM în 1987 în sprijinul sistemului de operare în mod protejat, OS/2. În loc să integreze noul cod în sistemele BIOS existente, IBM a decis să creeze noile rutine ca o entitate separată, așa că sistemele BIOS produse în 1987 erau formate din două secțiuni – vechiul BIOS, redenumit Compatibility BIOS sau CBIOS, și Advanced BIOS sau ABIOS.

Cei mai mulți producători de coduri BIOS pentru PC-uri compatibile au decis să ignore pur și simplu sistemul ABIOS. În definitiv, Windows ocolește întregul cod BIOS, așa că suportul pentru ABIOS nu este necesar. În prezent, sistemul ABIOS nu mai este decât o notă de subsol în istoria PC-urilor.

## Întreruperile software

Codul BIOS creat pentru primele PC-uri realizează legăturile printr-un sistem de întreruperi software. Pentru obținerea accesului la componentele hardware care formează baza calculatorului, un program trimite către microprocesor o întrerupere, adică o instrucțiune specială. Întreruperile software determină microprocesorul să oprească operația la care lucra și să înceapă execuția unei noi rutine. Acest lucru se face prin suspendarea execuției codului curent, salvarea poziției și apoi executarea codului de program al rutinei BIOS.

Diferitele funcții executate de BIOS se numesc *rutine pentru servicii de întrerupere* (interrupt service routines) sau *manipulatoare de întrerupere* (interrupt handlers). Pentru apelarea unui manipulator de întrerupere, programul apelant trebuie să poată găsi codul de program care execută funcția respectivă. Proiectarea sistemului PC BIOS permite sistemului să stocheze manipulatoarele de întrerupere la orice adresă. Pentru ca programul apelant să poată găsi rutina corespunzătoare, sistemul rezervă o parte a memoriei PC-ului pentru o hartă de adrese numită *tabelul vectorilor de întrerupere BIOS*. Acest tabel este format dintr-o listă lungă de adrese pe 32 de biți, fiecare adresă corespunzând unui manipulator de întrerupere. Adresele indică primul octet al codului de program care execută întreruperea și se numesc *vectori de întrerupere*. Microprocesorul citește valoarea vectorului și începe să execute codul aflat la adresa indicată de vector.

Tabela vectorilor de întrerupere începe din partea de jos a memoriei calculatorului, respectiv de la adresa 00000(Hex). Fiecare vector este format din patru octeți și vectorii sunt stocați în ordine crescătoare. Tabelul 5.1 prezintă principalii vectori de întrerupere BIOS și funcțiile asociate acestora.

**Tabelul 5.1** Vectori de întrerupere BIOS

| *Adresă absolută (Hex)* | *Valoarea întreruperii* | *Funcție* | *Întrerupere hardware* |
|---|---|---|---|
| 0000:0000 | 00H | Divide by Zero Interrupt Handler (Manipulator de întrerupere pentru împărțirea la zero) | |
| 0000:0004 | 01H | Single Step Interrupt Handler (Manipulator de întrerupere pentru execuția pas cu pas) | |
| 0000:0008 | 02H | Non-Maskable Interrupt (Întrerupere nemascabilă) | |
| 0000:000C | 03H | Breakpoint (Punct de întrerupere) | |
| 0000:0010 | 04H | Arithmetic Overflow Handler (Manipulator pentru depășire aritmetică) | |
| 0000:0014 | 05H | Print Screen (Tipărire ecran) | |
| 0000:0018 | 06H | Rezervată | |
| 0000:001C | 07H | Rezervată | |
| 0000:0020 | 08H | Timer Interrupt (Întrerupere pentru contorul de timp – 18,21590 /sec) | |
| 0000:0024 | 09H | Keyboard Service (Servicii de tastatură) | |
| 0000:0028 | 0AH | VGA Retrace (AT Slave) | IRQ2 |
| 0000:002C | 0BH | Serial Port 2 (Portul serial 2) | IRQ3 |
| 0000:0030 | 0CH | Serial Port 1 (Portul serial 1) | IRQ4 |
| 0000:0034 | 0DH | Hard Disk | IRQ5 |
| 0000:0038 | 0EH | Floppy disk (Dischetă) | IRQ6 |
| 0000:003C | 0FH | Parallel Port (Portul paralel) | IRQ7 |
| 0000:0040 | 10H | Video Services (Servicii video) | |
| 0000:0044 | 11H | Equipment Check (Verificarea echipamentului) | |
| 0000:0048 | 12H | Memory Size Check (Verificarea dimensiunii memoriei) | |
| 0000:004C | 13H | Floppy and Hard Disk I/O (Intrare/ieșire pentru dischetă și hard-disc) | |
| 0000:0050 | 14H | RS-232 Service (Servicii RS-232) | |
| 0000:0054 | 15H | System Services (Servicii de sistem) | |
| 0000:0058 | 16H | Keyboard (Tastatură) | |
| 0000:005C | 17H | Printer I/O (Intrare/ieșire pentru imprimantă) | |
| 0000:0060 | 18H | Basic ROM Entry point (Punct de intrare ROM) | |
| 0000:0064 | 19H | Initial Program Load (IPL) | |
| 0000:0068 | 1AH | Time of Day (Ora din zi) | |

| *Adresă absolută (Hex)* | *Valoarea întreruperii* | *Funcție* | *Întrerupere hardware* |
|---|---|---|---|
| 0000:006C | 1BH | Keyboard Break (Întrerupere de tastatură) | |
| 0000:0070 | 1CH | User Timer (Contor de timp de utilizator) | |
| 0000:0074 | 1DH | Monitor ROM Pointer (Pointer la memoria ROM a monitorului) | |
| 0000:0078 | 1EH | Disk Control Table Pointer (Pointer la tabelul de control al discului) | |
| 0000:007C | 1FH | Character Generator Pattern Table Pointer (Pointer la tabelul cu modele pentru generatorul de caractere) | |
| 0000:0080 | 20H | DOS Terminate Program (Terminare program DOS) | |
| 0000:0084 | 21H | DOS Function Calls (Apeluri de funcții DOS) | |
| 0000:0088 | 22H | DOS Terminate Address (Adresa de terminare DOS) | |
| 0000:008C | 23H | DOS Ctrl-break Exit Address (Adresa de ieșire forțată DOS) | |
| 0000:0090 | 24H | DOS Fatal Error Exit Address (Adresa de ieșire cu eroare DOS) | |
| 0000:0094 | 25H | DOS Absolute Disk Read (Citire absolută de pe disc) | |
| 0000:0098 | 26H | DOS Absolute Disk Write (Scriere absolută pe disc) | |
| 0000:009C | 27H | DOS Terminate and Stay Resident (Programe DOS TSR) | |
| 0000:00A0 | 28H | DOS Idle Loop (Buclă inactivă DOS) | |
| 0000:00A4 | 29H | DOS Console Device Raw Output Handler (Manipulator pentru ieșire brută la consola DOS) | |
| 0000:00A8 | 2AH | DOS Network Communications (Comunicații de rețea DOS) | |
| 0000:00AC | 2BH-2DH | Rezervată | |
| 0000:00B8 | 2EH | DOS Execute Command (Comanda de execuție DOS) | |
| 0000:00BC | 2FH | DOS Print Spool Control (Controlul cozii de imprimare DOS) | |
| 0000:00C0 | 30H-31H | Folosită intern de DOS | |
| 0000:00C8 | 32H | Rezervată | |

*continuare*

**Tabelul 5.1** Continuare

| *Adresă absolută (Hex)* | *Valoarea întreruperii* | *Funcție* | *Întrerupere hardware* |
|---|---|---|---|
| 0000:00CC | 33H | Mouse Driver Calls (Apeluri ale driverului de mouse) | |
| 0000:00D0 | 34H-3EH | Rezervată | |
| 0000:00FC | 3FH | LINK (folosită intern) | |
| 0000:0100 | 40H | Floppy and Hard Disk Handler (Manipulator pentru disc și dischetă) | |
| 0000:0104 | 41H | Pointer to Hard Disk Parameters (Pointer la tabelul de parametri pentru disc) | |
| 0000:0108 | 42H | EGA Video Vector Screen BIOS Entry (Intrare BIOS pentru vectorul video EGA) | |
| 0000:010C | 43H | EGA Initialization Parameters (Parametri de inițializare EGA) | |
| 0000:0100 | 44H | EGA Graphics Character Patterns (Modele de caractere pentru imagini EGA) | |
| 0000:0114 | 45H | Rezervată | |
| 0000:0118 | 46H | Pointer to Second Fixed Disk Parameters (Pointer la parametrii celui de-al doilea disc) | |
| 0000:011C | 47H | Rezervată | |
| 0000:0120 | 48H | PCjr Cordless Keyboard (Tastatură PCjr fără fir) | |
| 0000:0124 | 49H | PCjr Non-Keyboard Scan Code Table (Tabela codurilor de scanare pentru alte dispozitive PCjr decât tastatura) | |
| 0000:0128 | 4AH | Alarm Routine (Rutină de alarmă) | |
| 0000:012C | 4BH-4FH | Rezervată | |
| 0000:0140 | 50H | Periodic Alarm from Timer (Alarmă periodică de la contorul de timp) | |
| 0000:0144 | 51H-59H | Rezervată | |
| 0000:0168 | 5AH | Cluster Adapter BIOS-entry Address (Adresa intrării BIOS pentru adaptorul de cluster) | |
| 0000:016C | 5BH | Cluster Boot (Încărcare cluster) | |
| 0000:0170 | 5CH | NetBIOS Entry Point (Punct de intrare NetBIOS) | |
| 0000:0174 | 5DH-5FH | Rezervată | |
| 0000:0180 | 60H-66H | User program interrupts (Întreruperi de program utilizator) | |
| 0000:019C | 67H | Expanded Memory Manager Routines (Rutine de gestionare pentru memoria expandată) | |

| *Adresă absolută (Hex)* | *Valoarea întreruperii* | *Funcție* | *Întrerupere hardware* |
|---|---|---|---|
| 0000:01A0 | 68H-6BH | Nefolosită | |
| 0000:01B0 | 6CH | System Resume Vector (Vector de reluare al sistemului) | |
| 0000:01B4 | 6DH-6FH | Nefolosită | |
| 0000:01C0 | 70H | Real Time Clock (Ceas de timp real) | IRQ8 |
| 0000:01C4 | 71H | LAN Adapter (Înlocuire IRQ2) | IRQ9 |
| 0000:01C8 | 72H | Rezervată | IRQ10 |
| 0000:01CC | 73H | Rezervată | IRQ11 |
| 0000:01D0 | 74H | Mouse | IRQ12 |
| 0000:01D4 | 75H | 80287 NMI Error | IRQ13 |
| 0000:01D8 | 76H | Hard disk controller (Controller de hard-disc) | IRQ14 |
| 0000:01DC | 77H | Rezervată | IRQ15 |
| 0000:01E0 | 78H-7FH | Nefolosită | |
| 0000:0200 | 80H-85H | BASIC | |
| 0000:0218 | 86H | NetBIOS | |
| 0000:021C | 87H-F0H | BASIC | |
| 0000:03C4 | F1H-FFH | Rezervată pentru întreruperi de program | |

Vectorii de întrerupere sunt stocați în memoria RAM a PC-ului, astfel încât valorile din tabel pot fi modificate. De exemplu, un program sau un driver software poate să modifice sau să actualizeze o rutină BIOS pentru a folosi avantajele unei caracteristici speciale ale noilor componente hardware instalate în PC. Codul BIOS încarcă valorile prestabilite pentru mulți dintre vectorii de întrerupere în locațiile RAM corespunzătoare, astfel încât aceștia să indice rutinele stocate în memoria ROM a PC-ului.

Uneori, programele adaugă rutine suplimentare la o funcție BIOS dată, printr-un proces numit *înlănțuirea întreruperilor*. Pentru înlănțuirea unei întreruperi, programul citește vectorul întreruperii pe care vrea să o modifice și memorează valoarea acestuia. Apoi înlocuiește valoarea stocată de vectorul întreruperii cu adresa de început a codului de program pe care vrea să îl adauge la vechea rutină. Apoi modifică propriul cod, astfel încât la sfârșitul noului cod să facă un salt la vechea rutină. În acest mod noua rutină adăugată la lanț este executată prima, după care începe execuția manipulatorului original al întreruperii.

## Transmiterea parametrilor

Deoarece sunt disponibile mai puține întreruperi decât acțiunile pe care ați vrea să le efectuați prin BIOS, unele întreruperi asigură mai multe funcții. Funcțiile separate sunt identificate printr-o tehnică numită *transmiterea parametrilor*. Un program care are nevoie de serviciile oferite de BIOS – programul apelant – transmite un număr de identificare a comenzii care trebuie executată de BIOS ca *parametru*, o valoarea păstrată în unul sau mai mulți regiștri în momentul lansării întreruperii software.

Programul apelant stabilește funcția pe care trebuie să o execute codul BIOS, încarcă valoarea parametrului în registrul corespunzător, apoi lansează întreruperea. Codul BIOS examinează registrul ca să determine funcția de care are nevoie programul apelant.

Aceeași tehnică poate fi folosită pentru transmiterea informațiilor între programul apelant și BIOS. Datele care trebuie transmise sunt încărcate într-un registru, în timp ce valoarea care identifică comanda este încărcată într-un alt registru. Pentru transmiterea informațiilor înapoi la programul apelant, codul BIOS încarcă datele într-un registru, de unde acestea pot fi citite de program.

Folosirea regiștrilor pentru transmiterea datelor către o rutină BIOS are unele dezavantaje. Funcțiile și parametrii sunt limitați numai la cei comuni mai multor PC-uri. Nu există prea mult spațiu în care programele să-și poată adăuga propriile întreruperi. Mai mult, numărul redus de regiștri ai microprocesoarelor Intel limitează numărul de parametri care pot fi transmiși la și de la o funcție. Cele mai multe rutine folosesc un singur octet de date.

Pentru mutarea unor blocuri mai mari de date, unele rutine BIOS și cele mai multe programe folosesc memoria. Programul apelant stochează valorile pe care vrea să le transmită unei subrutine într-un bloc de adrese RAM, apoi transmite subrutinei locul unde se află datele. Subrutina citește sau modifică datele și lasă blocul în memorie pentru a fi folosit ulterior de programul apelant. Deși programele și subrutinele identifică blocul de memorie prin adresă, limbajele de programare vă permit să folosiți nume pentru date. Programul alege un bloc de adrese pe care îl asociază unui nume și caută adresele asociate de fiecare dată când programatorul folosește numele respectiv. La fel, subrutinele programului pot fi denumite, iar programul folosește numele respective ca să identifice blocul de memorie în care sunt păstrate instrucțiunile de microprocesor care formează subrutina.

## Puncte de intrare

Diferitele rutine din codul BIOS încep și se termină la adrese alocate funcțiilor BIOS în harta memoriei PC-ului. Adresa la care începe o rutină se numește punct de intrare al rutinei. Punctul de intrare al unei funcții BIOS este complet diferit de întreruperea care apelează funcția respectivă. Atunci când codul BIOS al PC-ului se auto-configurează – înainte sau în timpul procesului de inițializare – încarcă adresele punctelor de intrare într-un tabel din memorie, care devine tabelul vectorilor de întrerupere. Teoretic, un punct de intrare se poate afla oriunde în memorie pentru orice funcție BIOS. Pentru ca funcția să fie recunoscută corect nu este nevoie decât ca în poziția corespunzătoare din tabelul vectorilor de întrerupere să fie stocată valoarea corespunzătoare. Din nefericire, unii programatori apelează rutinele BIOS prin intermediul punctelor de intrare, nu prin întreruperi, deoarece această abordare este mai rapidă. Ca urmare, pentru unele aplicații este nevoie ca anumite puncte de intrare să se afle la adrese BIOS specifice. Dacă punctul de intrare al unei funcții BIOS se află la altă adresă decât se așteaptă programul, rezultatul cel mai probabil este o blocare a sistemului.

IBM a păstrat aceleași puncte de intrare pentru toate sistemele BIOS pe care le-a produs și multe sisteme BIOS compatibile folosesc exact aceleași adrese. Totuși, unele nu respectă această regulă. În general, codurile BIOS cu puncte de intrare diferite au fost scrise ca module de programare care pot fi combinate în diferite moduri pentru a îndeplini cerințele unui proiectant de PC-uri. Deși aceste coduri BIOS modulare cresc flexibilitatea, duc la scăderea compatibilității.

Totuși, spre deosebire de programele care folosesc direct componentele hardware, programele care au nevoie de puncte de intrare BIOS specifice sunt rare. Ținând seama de popularitatea calculatoarelor compatibile și a codurilor BIOS modulare, acestea vor deveni cu siguranță și mai rare. Cu toate acestea, aplicațiile software moderne se îndepărtează tot mai mult de dependența de o compatibilitate completă, la nivelul punctelor de intrare specifice. De fapt, multe programe ocolesc complet codul BIOS.

Principalii beneficiari ai codului BIOS sunt programatorii individuali care trebuie să creeze rapid codul. În multe situații, folosirea rutinelor BIOS poate simplifica scrierea unui program. Unele operații de sistem sunt întotdeauna disponibile și pot fi apelate prin software. Acestea sunt destul de bine documentate și ușor de înțeles, eliminând multe dintre problemele programatorilor.

## Legarea de hardware

Pentru controlul componentelor hardware ale unui PC, trebuie ca sistemul să poată transmite comenzi și date către componentele respective. De exemplu, dacă aveți un modem, trebuie să transmiteți comenzi pentru formarea unui număr și pentru modificarea vitezei de operare. După ce stabiliți o linie de comunicație, trebuie să trimiteți modemului octeți (sau chiar megaocteți) de date și să primiți de la acesta alți octeți.

Pentru transmiterea datelor și a comenzilor către dispozitivele hardware, rutinele BIOS pot să folosească memoria sau porturile de intrare/ieșire. Dacă un dispozitiv folosește blocuri de memorie pentru schimbul de informații, se spune că este *mapat în memorie*. Dacă folosește porturi de intrare/ieșire, se spune că este *mapat la porturi de intrare/ieșire* sau mapat I/O.

Maparea în memorie funcționează așa cum am arătat în secțiunea „Transmiterea parametrilor“ din acest capitol. Rutinele BIOS și dispozitivele hardware partajează un domeniu comun de adrese, pe care îl folosesc pentru transmiterea datelor. Programele folosesc rutinele BIOS, nu adresele fizice, pentru a obține accesul la dispozitivele mapate în memorie, astfel încât proiectantul hardware să aibă libertatea de a muta fereastra de memorie alocată unui anumit dispozitiv. În acest fel, proiectantul trebuie să modifice numai manipulatorul de întrerupere care corespunde domeniului de adrese folosit.

Dispozitivele mapate I/O folosesc pentru schimburile de date porturile de intrare/ieșire. Un port de intrare/ieșire al unui microprocesor este un domeniu special de adrese, izolat de memoria principală și pentru care se folosesc instrucțiuni speciale de acces.

Conform specificațiilor Intel, microprocesoarele au la dispoziție un domeniu de 65.536 de porturi de intrare/ieșire (în comparație cu mai mult de patru miliarde de adrese discrete de memorie). Totuși, din cauza unei anomalii la proiectarea primelor plăci de extensie pentru PC-uri, numai 1024 dintre aceste adrese sunt alocate plăcilor instalate în sloturile de extensie standard. Pentru a reduce costurile primelor plăci de extensie, inginerii le-au proiectat astfel încât să nu decodifice decât primele zece din cele șaisprezece linii de adrese.

Deși magistralele mai noi pot să folosească întregul domeniu de adrese destinat porturilor de intrare/ieșire, plăcile de extensie pot să consume rapid rezerva de porturi și este posibil ca două plăci să încerce să folosească simultan același port. Astfel de conflicte sunt principalul motiv care împiedică funcționarea corespunzătoarea a plăcilor de extensie. Uneori, instalarea unei plăci de extensie creează un conflict de folosire a porturilor, împiedicând astfel funcționarea întregului sistem. Tabelul 5.2 prezintă o listă a conflictelor care pot apărea la alocarea porturilor de intrare/ieșire.

**Tabelul 5.2** Alocarea obișnuită a porturilor de intrare/ieșire și conflictele potențiale

| *Dispozitiv* | *Domeniu de adrese folosit* | *Conflicte* |
|---|---|---|
| Plăci video color | 3D0-3DF | 3C0 |
| COM1 | 3F8-3FF | 3E0 |
| COM2 | 2F8-2FF | 2E0 |
| COM3 | 3E8-3EF | 3E0 |
| COM4 | 2E8-2EF | 2E0 |
| Unitate de extensie | 210-217 | 200 |
| Controller pentru unitatea de dischetă | 3F0-3F7 | 3E0 |
| Controller pentru jocuri | 200-20F | 200 |
| LPT1 | 3BC-3BF | 3A0 |
| LPT2 | 378-37F | 360 |
| LPT3 | 278-27F | 260 |
| MDA, video monocrom | 3B0-3BF | 3A0 |
| Mouse de magistrală Microsoft, principal | 23C-23F | |
| Mouse de magistrală Microsoft, secundar | 238-23B | |
| Placă bi-sync principală | 3A0-3A9 | 3A0 |
| Placă bi-sync secundară | 380-38C | 380 |
| Difuzor prestabilit SoundBlaster | 220-223 | 220 |
| Control SoundBlaster | 388-389 | |
| VGA | 3C0-3CF | 3C0 |

Dacă folosiți sistemul de operare Windows, puteți să vedeți alocarea reală a porturilor de intrare/ieșire. Pentru a vedea aceste alocări, consultați gestionarul de dispozitive (Device Manager), selectând pictograma System în fereastra Control Panel. Selectați opțiunea Your Computer din meniul de dispozitive și executați clic pe butonul Properties (Proprietăți). Din meniul View Resources (Afișare resurse) care apare pe ecran, selectați butonul radio Input/Output (I/O). Veți vedea un ecran asemănător cu cel din Figura 5.1, care prezintă toate porturile de intrare/ieșire alocate și dispozitivele hardware care le folosesc.

Folosind tehnologia Plug-and-Play și opțiunile introduse manual în timpul procesului de adăugare a noilor componente hardware (Add Hardware), Windows va face alocarea corespunzătoare a porturilor de intrare/ieșire. Dacă doriți să rezervați unul sau mai multe porturi de intrare/ieșire astfel încât dispozitivele instalate ulterior să nu le folosească, executați clic pe eticheta Reserve Resources (Rezervare resurse) și specificați porturile pe care vreți să le rezervați.

Noile magistrale de extensie, precum PCI, permit accesul la întregul domeniu de porturi de intrare/ieșire, reducând probabilitatea apariției unor conflicte. Plăcile de extensie Plug-and-Play sunt proiectate pentru rezolvarea automată a conflictelor. În viitor, grijile privind conflictele de intrare/ieșire ar trebui să dispară. Totuși, pentru cele mai multe PC-uri, acest moment încă nu a sosit.

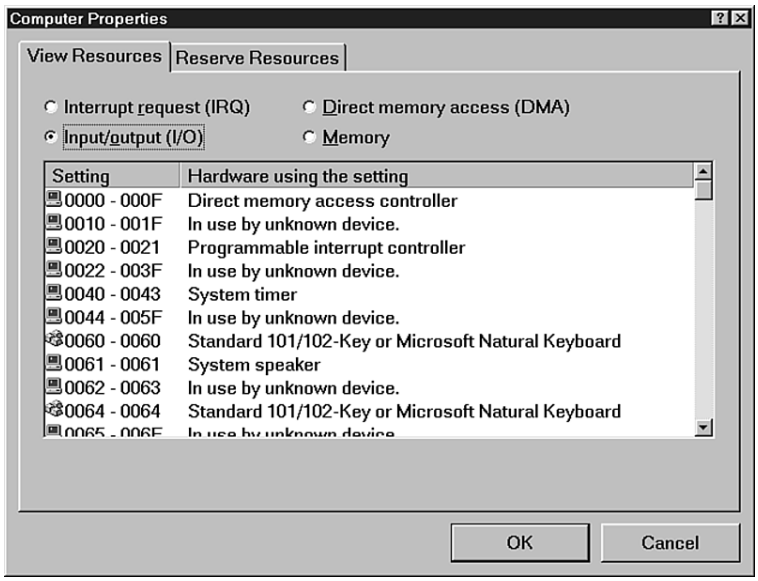

Computer Properties
View Resources
Reserve Resources
Interrupt request (IRQ)
Direct memory access (DMA)
Input/output (I/O)
Memory
Setting
Hardware using the setting
0000 - 000F Direct memory access controller
0010 - 001F In use by unknown device.
0020 - 0021 Programmable interrupt controller
0022 - 003F In use by unknown device.
0040 - 0043 System timer
0044 - 005F In use by unknown device.
0060 - 0060 Standard 101/102-Key or Microsoft Natural Keyboard
0061 - 0061 System speaker
0062 - 0063 In use by unknown device.
0064 - 0064 Standard 101/102-Key or Microsoft Natural Keyboard
OK
Cancel

**FIGURA 5.1**
*Programul Windows Device Manager prezentând alocarea porturilor de intrare/ieșire.*

## Probleme de performanță

Deși oferă programatorilor multe avantaje, sistemul BIOS implică și unele neajunsuri. Cele mai multe sunt legate de performanță. Rutinele BIOS adaugă o etapă suplimentară la fiecare funcție. Mai mult, codul folosit de cele mai multe rutine BIOS nu beneficiază de puterea microprocesoarelor moderne.

Pașii adăugați de rutinele BIOS pot încetini multe dintre funcțiile calculatorului. Problemele de performanță ale rutinelor BIOS sunt cel mai evidente în cazul afișării. Toate rutinele PC BIOS originale, de exemplu, au fost proiectate pentru afișarea caracterelor pe ecran unul câte unul, folosind pentru fiecare caracter zeci de instrucțiuni de microprocesor. Textul poate fi afișat pe ecran mult mai repede prin manipularea directă a componentelor hardware.

Folosind rutinele BIOS, programele trebuie să încarce mai întâi anumiți regiștri cu caracterul care trebuie afișat, atributele acestuia (culoare, subliniere și altele asemănătoare) și uneori chiar poziția de pe ecran. Apoi programul lansează o întrerupere software care cedează controlul rutinei BIOS utilizate pentru afișare. Pentru afișarea efectivă a caracterului pe ecran, codul BIOS rulează apoi o serie de instrucțiuni în limbaj de asamblare.

Preluarea controlului direct – ocolirea codului BIOS – înseamnă scrierea directă în memoria de afișare de pe placa video. Un program poate scrie direct pe ecran prin încărcarea adresei corespunzătoare și mutarea octeților necesari la adresa respectivă, printr-o singură etapă în limbajul de asamblare. Zecile de etape eliminate pentru scrierea fiecărui caracter contribuie la creșterea performanței, diferența fiind cea între urmărirea derulării lente a textului pe ecran și actualizarea instantanee a imaginii.

Ocolirea codului BIOS de către programele care adresează direct componentele hardware nu este dificilă, deși conceptul în sine este interzis în viziunea IBM originală. În realitate, atât de mulți producători de software și-au luat libertatea de a controla direct componentele hardware, încât multe dintre caracteristicile hardware ale calculatoarelor personale sunt deseori mai standardizate decât codul BIOS. Scrierea directă în memoria

video și ocolirea codului BIOS a devenit modalitatea preferată de manipulare a operațiilor video – cel puțin până la apariția sistemelor video complexe actuale.

Accesul prin BIOS creează unele probleme de performanță și datorită faptului că cele mai multe sisteme BIOS folosesc cod pe 8 sau 16 biți în era PC-urilor pe 32 sau 64 de biți. Sistemele de operare moderne depășesc aceste probleme de performanță folosind rutine software în locul codului firmware pentru accesul la componentele hardware. Aceste rutine software sunt familiarele drivere pe care trebuie să le instalați și care vă dau atâta bătaie de cap. Driverele software înlocuiesc rutinele BIOS pentru funcțiile asociate. Desigur, nivelul software suplimentar impune pierderi de performanță, în ciuda codului mai rapid, dar puterea și viteza microprocesoarelor actuale maschează acest handicap.

# Funcții de stocare

Deoarece forma fizică a sistemului BIOS este reprezentată de cipuri ROM, funcțiile de stocare nu ar trebui să fie surprinzătoare. De exemplu, sistemul BIOS stochează în cod propriul nume și data la care a fost scris. Dar sistemul BIOS încorporează și funcții de stocare care depășesc octeții încapsulați în cipurile ROM. Deși din punct de vedere fizic este separată de cipurile BIOS, memoria de configurare a PC-ului este controlată de funcțiile BIOS și este tratată împreună cu sistemul BIOS, chiar ca parte a acestuia. Această memorie înregistrează detalii vitale despre componentele hardware ale PC-ului, astfel încât să nu fiți nevoit să configurați plăcile de extensie și unitățile de disc de fiecare dată când porniți calculatorul. În plus, codul BIOS cere PC-ului să rezerve câteva blocuri de memorie pentru datele dinamice pe care PC-ul și sistemul de operare le folosesc pentru urmărirea unor funcții de sistem.

## Datele moștenite

Ca orice program pentru calculator, codul BIOS folosește date pentru operațiile pe care le execută și produce alte date ca rezultat. Codul BIOS stochează o parte din aceste date pentru a fi folosite de programele dumneavoastră. O parte din informații sunt obținute la configurarea sistemului. Prin stocarea tuturor datelor într-un singur loc, programele nu mai sunt nevoite să piardă timpul căutând caracteristicile comune. Alte date sunt codificate chiar în BIOS, astfel încât programele pot să determine tipul calculatorului – și tipul sistemului BIOS – cu care lucrează.

Multe dintre informațiile pe care le stochează codul BIOS sunt păstrate din primele zile ale PC-urilor și sunt utile numai pentru programele care se bazează pe BIOS. Totuși, o parte din aceste date sunt critice pentru operarea sistemului. Toate datele stocate sunt prezentate în această secțiune, fiind numite *date moștenite*, deoarece sunt păstrate din trecut.

### Zona de date BIOS

În timpul procesului de inițializare, codul BIOS identifică trăsăturile specifice ale sistemului. Acesta verifică numărul și tipul porturilor instalate, tipul plăcii video (monocrom sau color) și alte opțiuni. Printre datele pe care le stochează se numără indicatoarele pentru echipamente, adresele de bază ale adaptoarelor de intrare/ieșire, caracterele folosite de tastatură și modurile de operare. Codul BIOS stochează aceste informații în locații specifice de memorie, astfel încât programele pot să verifice ce caracteristici sunt disponibile sau folosite. De exemplu, codul BIOS caută porturile seriale la anumite adrese (a se vedea Capitolul 21, „Porturile moștenite“). Dacă găsește aceste porturi, codul BIOS stochează adresa de bază folosită pentru fiecare port serial.

Toate aceste informații descriptive despre sistem sunt stocate într-o zonă specială a memoriei RAM, numită zona de date BIOS. Aflată imediat deasupra vectorilor de întrerupere, zona de date BIOS ocupă 256 de octeți de memorie, de la adresa absolută 000400(Hex) până la 0004FF(Hex).

## Datele

Aproape toate sistemele BIOS se identifică printr-un mesaj privind drepturile de copiere și (de obicei) un număr de versiune care vă permite să determinați producătorul cipului. (Mai specific, mesajul privind drepturile de copiere protejează codul scris de producători împotriva copierii neautorizate.) Informațiile de identificare pot apărea oriunde în domeniul de adrese ocupat de BIOS.

În plus, data de revizuire a codului BIOS vă ajută să determinați cât de recent a fost actualizat codul. Pe măsură ce posibilitățile PC-urilor s-au extins, codurile BIOS au fost revizuite astfel încât să permită noi operații. Uneori, codurile BIOS mai vechi nu funcționează cu noile echipamente periferice. De exemplu, multe coduri BIOS produse înainte de 1998 nu vă permit să folosiți tot spațiul de pe hard-discurile mai mari de opt gigaocteți. Este posibil ca sisteme BIOS mai vechi să impună limite și mai severe.

Puteți să determinați data codului BIOS în mai multe feluri. Cel mai convenabil este să prindeți ecranul de încărcare al PC-ului, care de obicei afișează data și numărul de versiune al codului BIOS, sau să folosiți un utilitar de diagnosticare. Programul Microsoft Diagnostics, furnizat împreună cu cele mai multe versiuni ale sistemului de operare Windows, vă oferă detalii despre sistemul BIOS al PC-ului – data și producătorul. Acest program se află în subdosarul Command al dosarului Windows, sub numele MSD.EXE. Puteți să executați clic pe pictograma programului sau să îl rulați din linia de comandă MS-DOS, scriind MSD și apăsând tasta Enter. Executați clic pe butonul Computer și acesta va afișa unele detalii despre codul BIOS, așa cum se poate vedea în Figura 5.2.

**FIGURA 5.2**
*Programul Microsoft Diagnostics afișând detalii despre sistem.*

Rețineți că Microsoft nu a actualizat programul de diagnosticare de mai mulți ani, așa că cel mai recent microprocesor pe care îl recunoaște este 486DX! Programul System Information din grupul System Tools, din grupul Accessories al opțiunii Programs a meniului Start este instrumentul preferat al firmei Microsoft; acesta prezintă sistemul cu infinit de multe detalii, dar nu afișează direct data codului BIOS al sistemului.

## Octeții pentru identificarea sistemului

Codul BIOS original pentru PC includea un octet de date pentru identificarea tipului de calculator în care erau instalate cipurile BIOS. Programele care pot să reacționeze diferit, în funcție de procesor sau de alte aspecte ale calculatorului, puteau folosi acest octet ca să identifice platforma hardware și să se adapteze la aceasta. Sau cel puțin aceasta a fost ideea de la care au pornit inginerii de la IBM în 1981.

Totuși, această schemă avea unele probleme. Alocarea unui singur octet s-a dovedit limitată, așa că această zonă de memorie a fost extinsă la doi octeți, începând cu sistemele IBM XT Model 286, lansate în 1985. Întreaga zonă de stocare a fost numită *octeți pentru identificarea sistemului*, iar în nomenclatura IBM, a fost împărțită într-un *octet pentru model* și un *octet pentru submodel.* Un al treilea octet a fost rezervat pentru a indica revizuirile majore ale sistemului.

IBM a creat un tabel elaborat pentru etichetarea diferitelor modele de PC-uri pe care le oferea. Din nefericire, nu a asigurat coordonarea folosirii acestei zone de stocare pentru alți producători. Ca urmare, ceilalți producători au folosit coduri prin care marcau echivalența cu modelele IBM. Deoarece toate sistemele create după 1984 urmează arhitectura sistemelor IBM AT, aproape toate PC-urile declară că folosesc cod AT. Cu alte cuvinte, octeții de identificare a sistemului stochează date în esență inutile.

Octetul pentru model se află la adresa absolută 0FFFFE(Hex) și are valoarea FC(Hex) în aproape toate PC-urile actuale. Octetul pentru submodel este stocat la adresa următoare și are valoarea 01(Hex). Octetul care urmează, rezervat pentru revizuiri, are de obicei valoarea 0.

Deși acești octeți nu au nici o semnificație, sunt păstrați în PC-urile actuale din motive de compatibilitate – în eventualitatea că un program verifică tipul calculatorului pe care rulează. Chiar și această operație este inutilă, deoarece produsele software moderne nu rulează pe alte PC-uri decât cele compatibile AT.

## Identificarea sistemului BIOS

Codurile BIOS actuale sunt atât de robuste și de stabile, încât cei mai mulți utilizatori nu-și fac probleme în privința lor. Cunoașterea tipului de BIOS instalat în calculator este la fel de puțin de semnificativă ca și cunoașterea numărului de molecule dintr-un pahar de apă. Atunci când trebuie să îmbunătățiți codul BIOS existent – de exemplu, din cauza unor probleme de compatibilitate cu o nouă componentă sau un nou dispozitiv periferic instalat în PC – s-ar putea să fie nevoie să aflați producătorul și versiunea codului BIOS instalat în calculator.

De obicei, aceste informații pot fi găsite în două locuri: scrise pe o etichetă lipită pe cipurile de memorie BIOS și codificate electronic chiar în codul BIOS. Aceste date de identificare nu sunt numai pentru informarea dumneavoastră, ci au și rolul de înștiințare privind drepturile de copiere a codului BIOS.

Dacă vreți să vedeți eticheta BIOS, deschideți carcasa PC-ului și căutați cipurile pe care sunt lipite etichete albe sau metalice. Cele mai multe PC-uri moderne conțin o pereche de cipuri cu etichete care diferă numai printr-un caracter. De obicei, cipurile ROM sunt instalate în capsule DIP cu 40 de pini.

Identificarea electronică a codului BIOS se face sub forma unui șir de caractere ASCII incluse în cod. Programele de verificare și raportare, precum Microsoft Diagnostics, afișează, de obicei, data creării sistemului BIOS. O altă soluție este să căutați în codul BIOS cuvântul cheie „copyright“ sau alte variante.

Puteți să deduceți o serie de detalii despre codul BIOS din informațiile furnizate de producător prin codul de identificare. Codificarea folosită de producători este consecventă, dar diferă de la un producător la altul.

**AMI BIOS**

Codurile BIOS scrise de AMI sunt identificate printr-un șir de caractere alfanumerice împărțit în patru blocuri, dintre care unele sunt împărțite, la rândul lor, în mai multe segmente. Aceste șiruri de caractere reprezintă numere de identificare de forma *ABBB-NNNN-MMDDYY-KX*.

Primul caracter (*A* în exemplul de mai sus) indică dacă în codul BIOS sunt incluse proceduri de configurare sau de diagnosticare. Dacă prima literă este „D“, codul BIOS conține proceduri de diagnosticare. Litera „S“ indică includerea unui program de configurare; litera „E“ indică includerea unui program de configurare avansat. Următoarele cifre din primul bloc (*BBB* în exemplul de mai sus) indică producătorul și modelul plăcii de bază pentru care a fost proiectat codul BIOS. Tabelul 5.3 prezintă câteva dintre cele mai folosite coduri pentru acest grup de litere.

**Tabelul 5.3** Coduri de identificare pentru cipurile AMI BIOS

| *Cod de caractere* | *Aplicații pentru care a fost proiectat* |
|---|---|
| 286 | Plăci de bază 286 generice, inclusiv VLSI și G2 |
| AMI | Plăci de bază AMI |
| C&T | Seturi de cipuri Chips & Technologies 386 |
| G23 | Plăci de bază G2 386 |
| INT | Plăci de bază Intel |
| NET | Seturi de cipuri Chips & Technologies NEAT |
| PAQ | Plăci de bază compatibile COMPAQ 386 |
| SUN | Plăci de bază SUNTAC 286 |

Următorul bloc de patru cifre (*NNNN* în exemplu) reprezintă identificarea codului BIOS pentru producătorul PC-ului sau al plăcii de bază. Al treilea bloc (*MMDDYY*) codifică data ultimei revizuiri a codului BIOS, rezervând câte două cifre pentru lună, zi și an. Ultimul bloc de litere (*KX* în exemplul de mai sus) indică numărul de versiune al codului BIOS.

**Award BIOS**

Award Software folosește o schemă diferită pentru identificarea codurilor BIOS. Primele cinci cifre de identificare indică, de obicei, producătorul și codul de produs al setului de cipuri pentru care a fost proiectat codul BIOS. Tabelul 5.4 prezintă o parte dintre codurile de model ale cipurilor Award BIOS.

**Tabelul 5.4** Coduri de identificare Award BIOS

| *Model Award BIOS* | *Producătorul setului de cipuri* | *Codul de produs al setului de cipuri* |
|---|---|---|
| 2A5KB*xxx* | Ali | 1449/61/51 |
| 2A4KC*xxx* | Ali | 1439/45/31 |
| 2ARKD*xxx* | Ali | 1489 |
| 2A5KE000 | Ali | 1511 |
| 2A4H2*xxx* | Contaq | 82C596-9 |

*continuare*

**Tabelul 5.4** Continuare

| *Model Award BIOS* | *Producătorul setului de cipuri* | *Codul de produs al setului de cipuri* |
|---|---|---|
| 2A499*xxx* | Intel | Aries |
| 2A597*xxx* | Intel | Mercury |
| 2A59A*xxx* | Intel | Neptune ISA |
| 2B59A*xxx* | Intel | Neptune EISA |
| 2B69D*xxx* | Intel | Orion |
| 2A498*xxx* | Intel | Saturn II |
| 2A59C*xxx* | Intel | Triton |
| 2A59F*xxx* | Intel | Triton II |
| 2A5UI*xxx* | Opti | 82C822/596/597 |
| 22A5UM*xxx* | Opti | 82C822/546/547 |
| 2A5UL*xxx* | Opti | 82C822/571/572 |
| 2A5UN*xxx* | Opti | Viper 82C556/557/558 |
| 2C4I8*xxx* | SiS | 471B/E |
| 2A5IA*xxx* | SiS | 501/02/03 |
| 2A5Id*xxx* | SiS | 5511/12/13 |
| 2A4IB*xxx* | SiS | 496/497 |
| 2A4X5*xxx* | UMC | 8881/8886 |
| 2A5X7*xxx* | UMC | 82C890 |
| 2A4L6*xxx* | VIA | 496/406/505 |
| 2C4L2*xxx* | VIA | 82C486A |

## Tabele de parametri pentru disc

Una dintre cele mai importante intrări din zona de date BIOS este *tabelul de parametri pentru disc*. Cele mai multe PC-uri stochează în zona de date BIOS parametrii folosiți de hard-discurile definite de utilizatori, de obicei identificate prin tipul 47 în programul de configurare. Locația de memorie folosită cel mai des pentru aceste informații este adresa absolută 0000:0300. Unele coduri BIOS vă permit să stocați tabelul de parametri pentru disc în alte locații din memorie, de obicei în memoria DOS. În orice caz, vectorul de întrerupere 41(Hex) conține adresa tabelului de parametri pentru primul hard-disc al PC-ului. Vectorul de întrerupere 46(Hex) conține adresa tabelului de parametri pentru al doilea hard-disc.

În general, cel mai bun loc pentru stocarea tabelului de parametri pentru disc este adresa absolută 0000:0300. Totuși, unele periferice, cum ar fi plăcile de sunet sau adaptoarele de rețea mai vechi, folosesc în scopuri proprii aceste adrese. Eventualele conflicte între astfel de periferice și hard-disc poate duce la inoperabilitatea acestora. De obicei, problema este rezolvată prin mutarea tabelului de parametri ai discului, prin posibilitățile de configurare oferite de BIOS.

Puteți să întâlniți două tipuri de tabele de parametri pentru discuri. Varianta standard, *tabel de parametri pentru discuri fixe* (Fixed Disk Parameter Table – FDPT), conține o singură descriere a parametrilor esențiali pentru un hard-disc, precizând numărul de cilindri, de capete și de sectoare folosite de disc. *Tabelul îmbunătățit de parametri pentru discuri fixe* (Enhanced Fixed Disk Parameter Table – EDPT) are două intrări, valorile logice cilindri-capete-sectoare și valorile fizice cilindri-capete-sectoare. Valorile logice reflectă modul în care PC-ul vede și folosește discul. Valorile fizice reprezintă numărul real de cilindri, de capete și de sectoare folosite de disc.

Standardul FDPT este suficient numai pentru discurile mici, care folosesc mai puțin de 1024 de cilindri și au capacități mai mici de 504 MB. Prin proiectare, standardul FDPT permite specificarea numărului de cilindri doar pe zece biți, așa că nu pot fi stocate numere mai mari de 1024. Standardul EDPT folosește 16 capete ca valoare prestabilită pentru toate discurile, lăsând încă 4 biți pentru stocarea numărului de cilindri.

PC-urile folosesc discurile pe baza valorilor logice din tabelul EDPT. Programatorii pot să verifice aceste valori cu ajutorul întreruperii 13(Hex).

### Tabele DOS

Sistemul de operare DOS stochează mulți dintre parametrii pe care îi folosește pentru gestionarea PC-ului și a programelor într-o serie de tabele. Pentru obținerea compatibilității maxime, sistemul de operare DOS localizează aceste tabele în partea cea mai de jos a memoriei convenționale. Printre datele stocate aici sunt incluse identificatoarele manipulatoarelor de fișiere (FILES), ultimele date referite de pe discuri (BUFFERS), informațiile pentru controlul fișierelor (FCBS), tabelele pentru unitățile de discuri (LASTDRIVE) și informațiile pentru operarea sistemului (STACK).

Cele mai multe programe de gestionare a memoriei vă permit să mutați aceste date în memoria XMS ca să eliberați mai mult spațiu în memoria convențională. Deși această tehnică este folosită pe scară largă și este binecunoscută, uneori apar probleme de compatibilitate, care pot duce la blocarea sistemului. De exemplu, primele versiuni ale celor mai multe sisteme de operare în rețea se așteptau să găsească aceste date în memoria convențională (împreună cu fișierul COMMAND.COM). Singura cale de evitare a acestor probleme este să evitați rețelele, să evitați sistemul de operare DOS sau să împiedicați programul de gestionare a memoriei să mute datele – ultima fiind, de obicei, cea mai bună soluție. Este recomandat să evitați mutarea acestor tabele DOS dacă sistemul prezintă probleme de compatibilitate sau dacă redirectorul de rețea se comportă ciudat.

## Configurarea sistemului

Ca să poată testa corespunzător un calculator, codul BIOS trebuie să știe exact ce testează – ce periferice sunt instalate, câtă memorie trebuie să verifice și dacă este instalat un coprocesor. Pentru încărcarea unui calculator, codul BIOS trebuie să știe ce tip de disc conține acesta. Dacă vreți să vedeți ce se întâmplă în timpul procesului de încărcare a sistemului, codul BIOS trebuie să știe ce sistem de afișare aveți.

În unele cazuri, codul BIOS este proiectat astfel încât să caute informațiile esențiale de care are nevoie pentru pornirea calculatorului. Aceste operații de căutare nu sunt întotdeauna sigure. Nici nu este prea ușor de scris o metodă corespunzătoare de căutare în cei câțiva kiloocteți de memorie ai codului BIOS. Și chiar dacă un astfel de program ar putea fi scris și stocat în memoriile ROM, probabil nu ați avea destulă răbdare să așteptați până când codul BIOS scormonește în fiecare colțișor al calculatorului.

Pentru aproape toate PC-urile, este nevoie ca dumneavoastră sau o altă persoană să introducă o parte din aceste informații. De exemplu, cele mai multe PC-uri vă cer să precizați ce tip de unități de disc ați instalat. Trebuie să folosiți programul de configurare al PC-ului sau al sistemului BIOS ca să încărcați aceste date.

Atunci când a fost conceput procesul de configurare, producătorii de PC-uri se bazau pe programe software de pe o dischetă specială (*Reference Diskette*) ca să vă ofere o cale de a interacționa cu PC-ul și de a introduce datele necesare. Atât de mulți utilizatori au pierdut dischetele, încât producătorii de PC-uri au fost obligați să găsească o cale mai bună, ceea ce au și făcut. Au inclus un program de configurare în codul BIOS și au permis rularea acestuia prin apăsarea anumitor taste în timpul inițializării calculatorului.

Tastele care trebuie apăsate și momentul acestei acțiuni depind de fiecare producător de BIOS. Tabelul 5.5 prezintă câteva dintre cele mai cunoscute combinații de taste pentru intrarea în programul de configurare al unor sisteme BIOS.

Pentru a permite codului BIOS (și restului PC-ului) să determine opțiunile instalate într-un sistem dat, toate PC-urile înregistrează informațiile vitale de configurare, astfel încât acestea să poată fi citite rapid. Sistemul de stocare a acestor date – adică memoria de configurare a sistemului – are o cerință de bază: trebuie să fie nevolatilă. În rest, metoda și formatul de stocare sunt flexibile, deoarece codul BIOS le izolează față de restul componentelor software. Codul BIOS citește datele referitoare la sistem și le transferă în zona de date BIOS pentru a fi referite de programe.

**Tabelul 5.5** Puncte de intrare comune pentru configurarea codului BIOS

| *Producătorul codului BIOS* | *Taste de intrare* | *Momentul apăsării* |
|---|---|---|
| AMI | Del | În timpul autotestării la punerea sub tensiune (POST) |
| Award | Ctrl-Alt-Esc | În orice moment |
| DTK | Esc | În timpul autotestării la punerea sub tensiune (POST) |
| IBM PS/2 | Ctrl-Alt-Ins | După Ctrl-Alt-Del |
| Phoenix | Ctrl-Alt-Esc sau Ctrl-Alt-S | În orice moment |

Această flexibilitate a permis proiectanților să folosească diferite tehnologii de stocare pentru informațiile de configurare. Printre cele mai populare sunt memoria fizică (comutatoare), memoria electronică nevolatilă și memoria magnetică (pe disc). Totuși, de la lansarea modelului AT, cu un deceniu și jumătate în urmă, principala formă de memorie folosită pentru informațiile de configurare a fost aceeași – câțiva octeți de memorie CMOS păstrată activă de o baterie.

## CMOS

În tinerețea PC-urilor, toate diferențele dintre calculatoare puteau fi codificate cu câteva bancuri de comutatoare DIP. Pe măsură ce numărul opțiunilor a crescut, comutatoarele s-au dovedit a fi mai mult o problemă decât o soluție. Un număr rezonabil de comutatoare nu ar permite codificarea tuturor opțiunilor posibile într-un PC modern. Un alt dezavantaj al comutatoarelor este faptul că sunt expuse la probleme mecanice – generate chiar de acestea sau de cauze externe. Contactele comutatoarelor se strică în timp, dar pot fi ajutate în acest sens negativ de cei care încearcă să le modifice poziția cu

ajutorul unui creion (grafitul care se curăță de pe vârful creionului conduce electricitatea și poate să scurtcircuiteze comutatoarele). De asemenea, unii poziționează greșit comutatoarele și apoi se miră că sistemul nu mai merge bine.

**Elemente de bază**

IBM a dezvoltat o schemă mai bună pentru AT. Parametrii vitali ai sistemului sunt stocați într-un bloc special de memorie CMOS alimentat de la baterie, cu o capacitate de 64 octeți, sub forma unui cip special, Motorola MC146818, care conține și un ceas de timp real. Cei mai de jos 14 octeți sunt folosiți de ceasul de timp real pentru stocarea orei curente și a alarmei, lăsând 50 de octeți pentru stocarea informațiilor de configurare. Sunt alocate adrese pentru stocarea informațiilor despre dischete și discuri, despre prezența coprocesorului, cantitatea de memorie instalată și tipul sistemului de afișare (monocrom sau color). Deoarece memoria CMOS este volatilă, toate sistemele au un tip oarecare de baterie care păstrează conținutul memoriei și asigură funcționarea ceasului de timp real. (A se vedea Capitolul 25, „Alimentarea“.)

Cele mai multe PC-uri respectă schema IBM de bază, cu minime îmbunătățiri care să reflecte posibilitățile sporite ale sistemelor. Deși cipurile MC146818 sunt rareori folosite în PC-urile actuale, funcțiile acestora sunt asigurate de noile cipuri de suport. De exemplu, modulele de ceas fabricate de Dallas Semiconductor încorporează toate funcțiile cipului Motorola, o baterie cu litiu integrată și altele. Singura modificare importantă legată de sistemele de stocare CMOS este adoptarea aproape universală (cu sprijinul corporației Microsoft) a sistemului Plug-and-Play.

**Alocarea memoriei**

Principalele date stocate în memoria CMOS rămân aceleași, indiferent de producătorul PC-ului, iar octeții de date sunt stocați în același format rigid structurat. Tabelul 5.6 prezintă alocarea spațiului de stocare, valabilă pentru aproape toate PC-urile moderne.

**Tabelul 5.6** Alocarea octeților din memoria CMOS

| *Octet* | *Alocare* | *Scop* |
|---|---|---|
| 00 | Secunde | Ceasul de timp real |
| 01 | Secunde pentru alarmă | Ceasul de timp real |
| 02 | Minute | Ceasul de timp real |
| 03 | Minute pentru alarmă | Ceasul de timp real |
| 04 | Ore | Ceasul de timp real |
| 05 | Ore pentru alarmă | Ceasul de timp real |
| 06 | Ziua din săptămână | Ceasul de timp real |
| 07 | Data din lună | Ceasul de timp real |
| 08 | Luna | Ceasul de timp real |
| 09 | Anul | Ceasul de timp real |
| 0A | Registrul de stare A | Ceasul de timp real |
| 0B | Registrul de stare B | Ceasul de timp real |
| 0C | Registrul de stare C | Ceasul de timp real |

*continuare*

**Tabelul 5.6** Continuare

| *Octet* | *Alocare* | *Scop* |
|---|---|---|
| 0D | Registrul de stare D | Ceasul de timp real |
| 0E | Starea diagnosticării | |
| 0F | Starea opririi | |
| 10 | Tipul unității de dischetă | |
| 11 | Rezervat | |
| 12 | Tipul unității de disc | |
| 13 | Rezervat | |
| 14 | Tipul echipamentului | |
| 15 | Memoria de bază inferioară | |
| 16 | Memoria de bază superioară | |
| 17 | Memoria extinsă inferioară | |
| 18 | Memoria extinsă superioară | |
| 19 | Rezervat | |
| 1A | Rezervat | |
| 1B | Rezervat | |
| 1C | Rezervat | |
| 1D | Rezervat | |
| 1E | Rezervat | |
| 20 | Rezervat | |
| 21 | Rezervat | |
| 22 | Rezervat | |
| 23 | Rezervat | |
| 24 | Rezervat | |
| 25 | Rezervat | |
| 26 | Rezervat | |
| 27 | Rezervat | |
| 28 | Rezervat | |
| 29 | Rezervat | |
| 2A | Rezervat | |
| 2B | Rezervat | |
| 2C | Rezervat | |
| 2D | Suma de control a memoriei CMOS | |

| *Octet* | *Alocare* | *Scop* |
|---|---|---|
| 2E | Suma de control a memoriei CMOS | |
| 30 | Memoria extinsă joasă | |
| 31 | Memoria extinsă înaltă | |
| 32 | Secolul datei | |
| 33 | Semnalizatoare pentru informații | |
| 34 | Rezervat | |
| 35 | Rezervat | |
| 36 | Rezervat | |
| 37 | Rezervat | |
| 38 | Rezervat | |
| 39 | Rezervat | |
| 3A | Rezervat | |
| 3B | Rezervat | |
| 3C | Rezervat | |
| 3D | Rezervat | |
| 3E | Rezervat | |
| 3F | Rezervat | |

Deși memoria CMOS care păstrează datele de mai sus este o memorie convențională, microprocesorul nu are acces direct la aceasta. Spre deosebire de memoria normală a sistemului, memoria CMOS de configurare a fost mapată la porturile de intrare/ieșire. Aceasta înseamnă că accesul la conținutul memoriei se face prin două porturi de intrare/ieșire. Portul 070(Hex) indică octetul de memorie la care doriți să obțineți accesul iar portul 071(Hex) furnizează o cale către octetul respectiv. Pentru citirea sau scrierea unui octet în memoria CMOS sunt necesare două etape. În primul rând, scrieți la portul 070(Hex) octetul din memoria CMOS la care vreți să obțineți accesul. Prin citirea portului 071(Hex), obțineți valoarea stocată în locația de memorie respectivă. Scrierea unui octet la portul 071(Hex) determină modificarea locației de memorie specificate.

Conținutul celor mai multe adrese din memoria de configurare CMOS este monitorizat prin stocarea unei sume de control în octeții 02E și 02F(Hex). Dacă suma de control nu corespunde cu suma modulo totală a octeților monitorizați, sistemul raportează apariția unei erori în memoria CMOS. Octetul care reprezintă starea diagnosticării – 00E(Hex) – indică natura brută a erorii și, în plus, raportează eventuala cădere a bateriei. Dacă sistemul funcționează normal, acest octet are valoarea zero; orice bit care are valoarea unu indică apariția unei anumite erori (doi biți ai octetului fiind rezervați).

PC-urile mai noi folosesc scheme elaborate de stocare pentru memoria CMOS, adăugând mai mulți octeți pentru păstrarea stării altor componente ale sistemului. Totuși, ca funcții și ca mod de operare, toate respectă modelul stabilit de AT.

### Reinițializarea memoriei CMOS

Principalul motiv pentru care sunteți sfătuit să nu faceți experiențe cu procedurile avansate de configurare oferite de codul BIOS al PC-ului este faptul că acestea vă permit să configurați PC-ul astfel încât să nu mai meargă deloc. De exemplu, dacă stabiliți un număr prea mic de stări de așteptare pentru memoria instalată în calculator, s-ar putea să apară o eroare de memorie imediat ce calculatorul este pornit și verifică memoria BIOS. Nu veți mai avea ocazia să vă întoarceți la programul de configurare ca să rezolvați problema. Veți avea un calculator mort și nici o metodă de a-l readuce la viață.

Ei bine, situația nu este chiar atât de gravă. Cele mai multe coduri BIOS au valori prestabilite din fabricație, alese astfel încât sistemul să funcționeze indiferent de componentele instalate. Singurul truc este să refaceți valorile prestabilite.

#### *Reinițializarea memoriei cu comutatoare sau jumpere*

Multe PC-uri sunt echipate cu jumpere sau comutatoare DIP care forțează reinițializarea memoriei CMOS. Verificați documentația PC-ului sau a plăcii de bază ca să vedeți dacă aveți la dispoziție o astfel de opțiune. De obicei, puteți să găsiți aceste informații folosind indexul manualului, la intrarea „factory defaults“ (valori prestabilite din fabricație) sau „BIOS defaults“ (valori prestabilite pentru BIOS).

Procedura exactă de reinițializare poate lua două forme, în funcție de modelul PC-ului. Cea mai simplă cale vă permite să mutați un jumper sau să schimbați poziția unui comutator DIP, apoi să reporniți calculatorul. Poziția jumperului sau a comutatorului nu are importanță. Ceea ce contează este faptul că l-ați mutat. Nici procedura mai complicată nu este cu mult mai dificilă. Mutați jumperul sau schimbați poziția comutatorului, așteptați câteva minute, apoi mutați-l înapoi. Cele câteva minute sunt suficiente ca să se piardă cantitatea mică de energie care menține conținutul memoriei CMOS.

#### *Întreruperea alimentării*

O altă procedură de reinițializare a memoriei, valabilă pentru aproape toate calculatoarele, se bazează pe același principiu al întreruperii alimentării. Nu este nevoie decât să decuplați bateria memoriei CMOS, astfel încât conținutul acesteia să se piardă. Metoda exactă prin care realizați întreruperea alimentării depinde de proiectarea sistemului.

Dacă placa de bază folosește o baterie externă, pur și simplu scoateți bateria. Dacă PC-ul folosește o baterie sub formă de disc montată într-un soclu special, extrageți bateria din soclu. În ambele cazuri, așteptați zece minute înainte de montarea sau reconectarea bateriei, astfel încât energia reziduală din memoria CMOS să aibă destul timp să dispară.

Unele plăci de bază folosesc baterii nichel-cadmiu reîncărcabile instalate permanent, în locul celulelor care pot fi înlocuite. Aceste PC-uri permit, de obicei, deconectarea bateriei prin alte metode (jumpere sau comutatoare, așa cum am arătat în secțiunea anterioară). Totuși, unele plăci de bază pentru PC-uri nu au nici un mijloc de deconectare a bateriei nichel-cadmiu. Dacă aveți un astfel de PC și ați adus sistemul BIOS într-o configurație nefuncțională, uneori o ultimă soluție să forțați restaurarea valorilor prestabilite la fabricare, prin descărcarea bateriei. Bateria se va reîncărca la următoarea pornire a calculatorului.

Nu scurtcircuitați niciodată o baterie nichel-cadmiu ca să o descărcați. Rezistența mică a celulelor ni-cad produce curenți de intensitate mare (chiar și în cazul bateriilor mici), suficienți pentru topirea traseelor de circuit și chiar incendierea calculatorului. În loc să scurtcircuitați bateria, descărcați-o printr-un rezistor. Un rezistor de 39 de ohmi și jumătate de watt va descărca o baterie nichel-cadmiu în aproximativ o jumătate de oră,

fără efecte negative asupra dumneavoastră sau a calculatorului. O altă soluție este să folosiți un bec de șase volți, cum sunt cele de lanternă, ca sarcină de descărcare a bateriei. Becul vă va arăta progresul operației de descărcare, luminând mai intens la început și din ce în ce mai slab pe măsură ce bateria se descarcă. Conectați rezistorul sau becul direct între bornele bateriei folosind cleme de tip crocodil.

## Configurarea avansată

Dacă apăsați combinația potrivită de taste pentru activarea meniului de configurare al PC-ului, de obicei aveți posibilitatea să intrați în procedura de configurare avansată. Această extensie a programului de configurare vă permite să modificați parametri vitali de operare ai sistemului, care sunt controlați de setul de cipuri de pe placa de bază. Procedura de configurare avansată modifică locații de stocare suplimentare, deseori specifice producătorului, din memoria CMOS și, uneori, din alte părți ale calculatorului. De obicei, configurarea avansată se face printr-un meniu (sau o serie de meniuri) la care aveți acces prin meniul inițial.

Modificarea opțiunilor avansate poate avea efecte dramatice asupra performanțelor PC-ului. Schimbări inoportune pot duce la nefuncționarea calculatorului. Performanța devine zero. Pe de altă parte, uneori puteți să optimizați sistemul astfel încât să folosiți la maximum posibilitățile pe care le aveți la dispoziție – de exemplu, să obțineți cele mai bune performanțe ale sistemului de memorie sau cea mai mare rată de transfer pe magistrala de extensie.

Domeniul de caracteristici controlate de opțiunile de configurare avansată depinde de codul BIOS și de setul de cipuri instalate în PC. Cele mai multe seturi de cipuri oferă un domeniu larg de opțiuni. Printre opțiunile oferite de diferite seturi de cipuri și coduri BIOS se numără următoarele:

### Verificarea parității

Unele sisteme vă permit să dezactivați verificarea parității, ocolind procedurile de detectare a erorilor. Selectarea acestei opțiuni împiedică oprirea sistemului în urma descoperirii unor erori de paritate. Este recomandat să lăsați activate procedurile de verificare a parității, exceptând situațiile când încercați să identificați anumite probleme de memorie. Deoarece această opțiune are semnificație numai pentru PC-urile care au memorie cu verificarea parității, nu vă ajută să economisiți niște bani, așa cum s-ar întâmpla dacă ați avea un sistem cu module SIMM pe opt biți în locul modulelor SIMM pe nouă biți. Este posibil ca sistemul să se blocheze dacă apare o eroare de paritate în codul unui program, dar blocarea este mai puțin controlabilă decât în cazul unui mesaj de eroare. S-ar putea ca unele fișiere să fie distruse. Dacă eroarea apare în date, nu veți ști niciodată dacă informațiile pe care le folosiți sunt corecte.

### Testarea memoriei

Testarea cantității mari de memorie RAM dintr-un PC modern poate dura destul de mult, mărind cu câteva minute timpul de încărcare la rece. Ca să vă solicite mai puțin răbdarea, multe sisteme BIOS vă permit să dezactivați o parte sau întreaga secvență de testare a memoriei. Dacă țineți seama de fiabilitatea foarte bună a sistemelor de memorie actuale, puteți să luați în considerare posibilitatea de dezactivare a testării memoriei.

În general, veți descoperi o opțiune numită *Above 1MB Memory Check* (Verificarea memoriei peste 1 MB) care vă permite să dezactivați testarea memoriei ce depășește memoria de bază de un megaoctet a PC-ului. Selectarea acestei opțiuni va reduce timpul de încărcare de la câteva minute la câteva zeci de secunde. De obicei, verificarea

memoriei de bază nu este opțională, deoarece PC-ul are nevoie de memorie în mod real fără erori pentru rularea programului de configurare.

Unele sisteme oferă ca opțiune activarea unui semnal sonor care să indice testarea cu succes a fiecărui megaoctet de memorie. Semnalele sonore vă asigură că testarea memoriei continuă cu succes. Totuși, unii consideră aceste sunete mai degrabă enervante, așa că folosesc opțiunea *Memory Test Click Sound* (Semnalizare sonoră la testarea memoriei) ca să reducă sistemul la tăcere.

**Testarea procesorului numeric**

Unele coduri BIOS folosite în PC-urile mai vechi permiteau dezactivarea procedurii de testare a procesorului numeric (*Numeric Processor Test*). Deși veți fi tentat să dezactivați acest test ca să accelerați procesul de încărcare, s-ar putea să fiți surprins de efect. Multe coduri BIOS presupun că dacă le cereți să nu testeze procesorul numeric, înseamnă că nu aveți un astfel de procesor. Codul BIOS activează un indicator care semnalează aplicațiilor că nu aveți coprocesor, așa că aplicațiile nu îl folosesc, chiar dacă acesta este instalat, sau face parte chiar din microprocesor.

PC-urile echipate cu microprocesoare 386 sau 486 vă oferă uneori posibilitatea de selectare a unui coprocesor Weitek. Trebuie să selectați această opțiune că să permiteți programelor să folosească avantajele cipurilor Weitek.

**Funcționarea cache-ului**

Unele sisteme vă cer să specificați dimensiunea cache-ului secundar (extern) instalat. Este nevoie să modificați această opțiune numai dacă instalați noi cipuri SRAM ca să creșteți dimensiunea memoriei cache a PC-ului.

Unele sisteme BIOS vă permit să activați sau să dezactivați cache-ul. Unele permit controlul individual asupra cache-ului primar (din interiorul microprocesorului) și a cache-ului secundar (extern). Nu este nevoie să dezactivați cache-ul sistemului decât atunci când vreți să identificați anumite probleme software sau să diagnosticați unele erori hardware.

**Stările de așteptare**

Această opțiune controlează numărul stărilor de așteptare impuse în timpul accesului la memorie. De obicei, puteți să selectați 0, 1, 2 și chiar 3 stări de așteptare. Unele sisteme permit configurarea separată a numărului stărilor de așteptare la citire și la scriere. Stabilirea unui număr mai mic de stări de așteptare crește viteza de lucru a PC-ului, dar un număr prea mic duce la apariția erorilor de memorie. Dacă această valoare este prea mică, s-ar putea ca sistemul să nu se mai încarce. Dacă sunteți un experimentator înrăit și vreți să explorați posibilitățile acestei opțiuni, reduceți numărul stărilor de așteptare una câte una, apoi rulați calculatorul o perioadă ca să îi verificați fiabilitatea. În urma acestei distracții, vă veți familiariza probabil și cu poziția jumperului de reinițializare a memoriei CMOS.

**Ceasul magistralei**

Multe sisteme ISA vă permit să ajustați viteza de ceas a magistralei de extensie, astfel încât să folosiți cu performanțe maxime vechile plăci de extensie. Unele sisteme specifică viteza magistralei în megaherți; altele exprimă această viteză în raport cu ceasul microprocesorului (de exemplu, CLOCKIN/4 reprezintă un sfert din viteza de ceas a microprocesorului, adică 8,25 MHz pentru un sistem la 33 MHz). Vitezele mai mari (divizori mai mici) asigură performanțe mai bune, dar vitezele mai mari de 12 MHz pot reduce fiabilitatea. Pentru sistemele VL Bus și PCI, ceasul magistralei nu are efect prea

mare asupra performanțelor generale ale sistemului, deoarece dispozitivele care au nevoie de lărgime de bandă mare (adică magistrale mai rapide) sunt conectate la magistrala locală cu viteză mai mare. Ceasul magistralei locale nu este afectat de valoarea stabilită pentru ceasul magistralei de extensie.

**Duplicarea memoriei ROM**

Producătorii pot oferi un număr de opțiuni pentru activarea sau dezactivarea duplicării codului ROM în memoria RAM, mai rapidă. Unii oferă o singură opțiune de activare sau dezactivare. Alții permit controlul separat asupra elementelor codului ROM. O variantă de cod BIOS vă permite să activați și să dezactivați individual memoria ROM de sistem și memoria ROM de extensie. Memoria ROM de sistem înseamnă codul BIOS de pe placa de bază; memoria ROM de extensie (extensiile ROM) reprezintă codul BIOS de pe plăcile de extensie, ceea ce înseamnă, de obicei, placa video și controllerul pentru disc. O altă variantă BIOS vă permite să selectați separat codul de sistem, video și de pe adaptorul gazdă pentru hard-disc. O a patra variantă de BIOS vă permite să selectați memoria ROM după adrese, activând sau dezactivând copierea blocurilor de 16 KB, 32 KB sau 64 KB.

În general, ar trebui să copiați în memoria RAM numai domeniile de cod folosite de ROM. Duplicarea unor zone de cod nefolosite irosește memorie. De asemenea, duplicarea unor domenii de adrese folosite ca buffere de plăci de rețea sau plăci mai vechi de memorie expandată (EMS) poate duce la degradarea performanțelor sistemului sau poate cauza probleme de compatibilitate.

Important de reținut este că duplicarea codului BIOS în memoria RAM îmbunătățește performanțele numai pentru aplicațiile care folosesc codul BIOS, ceea ce înseamnă, în principal, aplicațiile DOS. Dacă rulați în cea mai mare parte a timpului sub orice versiune Windows sau OS/2, care folosesc foarte puțin codul BIOS, copierea codului BIOS nu îmbunătățește performanțele și poate cauza probleme de compatibilitate. În general, este recomandat să dezactivați duplicarea codului BIOS dacă folosiți un sistem de operare modern.

Și experimentele legate de duplicarea memoriei ROM pot duce la imposibilitatea încărcării sistemului. Cel mai bine este să activați pe rând copierea blocurilor sau a componentelor și apoi să rulați sistemul ca să vedeți rezultatele.

**Reîmprospătarea concurentă**

Cele mai multe dintre primele PC-uri foloseau 10% sau chiar mai mult din timpul activ pentru reîmprospătarea memoriei. Sistemele mai noi pot să reîmprospăteze memoria concurențial, adică în timp ce execută alte operații. Reîmprospătarea concurentă permite obținerea unor performanțe mai bune, așa că este modul de operare preferat. Unii producători de sisteme BIOS numesc acest tip de reîmprospătare a memoriei *reîmprospătare ascunsă*. În mod normal, PC-urile asigură performanțe mai bune în cazul reîmprospătării concurente. Totuși, unele modele mai vechi de RAM (folosite în special în PC-urile 386 sau mai vechi) nu acceptă reîmprospătarea concurentă și generează erori de memorie dacă această caracteristică este activată.

**Intercalarea paginilor**

Unele sisteme cu două sau patru bancuri identice de cipuri RAM sau de module de memorie pot funcționa prin intercalare, adică alternând bancurile pentru satisfacerea cererilor succesive de acces. Statistic, intercalarea paginilor poate reduce stările de așteptare la aproape jumătate. Deși efectul este mai puțin evident în cazul sistemelor

moderne, cu cache, activarea intercalării paginilor (dacă este sprijinită de o cantitate de memorie suficient de mare) poate îmbunătăți performanțele.

**Modul pagină**

Cipurile și modulele de memorie care operează în mod pagină pot contribui, la rândul lor, la reducerea stărilor de așteptare. Modulele SIMM în mod pagină permit mai multe operații succesive de acces la o pagină de memorie, fără stări de așteptare. Dacă echipați sistemul cu memorii în mod pagină și activați această opțiune, ar trebui să obțineți performanțe mai bune.

**Protecția împotriva virușilor**

Pornind de la interesul generat de viruși în lumea calculatoarelor, unii producători de sisteme BIOS au creat o formă proprie de protecție, un mesaj de avertizare care apare atunci când un program încearcă că modifice sectorul de încărcare al hard-discului. Dacă această protecție este activată, aveți posibilitatea să anulați operațiile de scriere pentru a împiedica infectarea discului. Totuși, deoarece unele sisteme de operare, cum ar fi OS/2 Boot Manager, rescriu sectorul de încărcare la schimbarea modurilor de încărcare, nu puteți să obstrucționați toate operațiile de scriere în sectorul respectiv.

Protecția oferită de acest sistem este limitată din două puncte de vedere. În primul rând, nu poate să oprească decât virușii care infectează sectorul de încărcare. Aceasta înseamnă că nu asigură protecția împotriva virușilor care infectează fișierele active ale sistemului de operare. În al doilea rând, nu sunt protejate decât hard-discurile controlate de sistemul BIOS al PC-ului. Discurile SCSI, care se bazează pe coduri BIOS de pe controllerul SCSI, nu sunt protejate.

**Viteza de scriere automată**

Multe sisteme BIOS vă permit să modificați modul în care reacționează tastatura la acționarea tastelor, repetând codul trimis de o tastă care este apăsată mai mult timp. Această caracteristică, numită *scriere automată*, este discutată în Capitolul 14, „Dispozitivele de intrare“.

Multe sisteme BIOS au o opțiune generală, numită de obicei *typematic programming* (programarea scrierii automate), care activează sau dezactivează caracteristica de scriere automată. Trebuie să activați mai întâi această caracteristică pentru a putea modifica alți parametri. În plus, tastatura trebuie să permită programarea caracteristicilor legate de scrierea automată. În Windows 95 și 98 puteți să controlați aceste caracteristici, indiferent de tipul tastaturii și de parametrii stabiliți prin configurarea sistemului BIOS.

Dacă sistemul BIOS și tastatura permit programarea scrierii automate, în general puteți să modificați două caracteristici. *Întârzierea scrierii automate* (Typematic Rate Delay) specifică durata de apăsare a tastei pentru activarea scrierii automate. De obicei, această durată este specificată în milisecunde. *Viteza scrierii automate* (Typematic Rate) reprezintă viteza de repetare a tastelor după întârzierea inițială. De obicei, această valoare este specificată sub forma numărului de caractere care apar pe ecran și în text într-o secundă.

**Num Lock**

Unele sisteme BIOS vă permit să stabiliți starea inițială a unor taste. Cea mai cunoscută opțiune stabilește starea tastei Num Lock. Cele mai multe sisteme dezactivează tasta Num Lock la încărcare. Această opțiune vă permite să activați tasta Num Lock la încărcare, astfel încât să puteți trece direct la introducerea numerelor. Opțiunea este destinată în principal sistemelor cu tastaturi mai vechi cu numai 84 de taste, care nu au taste separate pentru

cursor. Sistemele de operare MS-DOS 6.0 sau mai noi vă permit să obțineți același rezultat introducând linia de cod NUMLOCK=ON în fișierul CONFIG.SYS.

**Dispozitivele sau ordinea de încărcare**

Prin proiectare, PC-urile încearcă să facă încărcarea mai întâi de pe dischetă și, doar dacă nu găsesc o dischetă în unitate, încearcă să facă încărcarea de pe hard-disc. Această strategie vă permite să porniți calculatorul atunci când se întâmplă ceva cu hard-discul și acesta nu mai poate fi folosit pentru încărcare. Dezavantajul este că această metodă încetinește procesul de încărcare și vă obligă să așteptați până când sistemul încearcă să citească o dischetă din unitate. De asemenea, nu trebuie să introduceți dischete în unitate până când PC-ul nu termină încărcarea.

Deși nici unul dintre dezavantaje nu este fatal, acestea pot fi supărătoare. Ca urmare, unii producători de sisteme BIOS vă oferă posibilitatea să stabiliți ordinea în care este căutată unitatea de disc de pe care se face încărcarea. În funcție de producătorul sistemului BIOS și al PC-ului, există mai multe opțiuni.

Unii producători de coduri BIOS permit specificarea directă a *ordinii de încărcare* a PC-ului. De obicei, aceste opțiuni sunt listate sub forma A:,C: sau C:,A:. Uneori este precizată numai litera primei unități de disc. Alegeți A: dacă doriți ca sistemul să încerce mai întâi încărcarea de pe dischetă și C: dacă doriți ca sistemul să încerce mai întâi să facă încărcarea de pe discul C.

Cele mai multe sisteme BIOS noi vă oferă și o opțiune de încărcare de pe unitatea de CD și chiar vă permit să selectați ordinea în care PC-ul va încerca încărcarea.

Multe sisteme BIOS noi vă permit chiar să selectați unitatea de hard-disc (dacă aveți mai multe) de pe care se încearcă mai întâi încărcarea. Această opțiune este convenabilă dacă vreți să alegeți între mai multe sisteme de operare. Instalați fiecare sistem de operare pe o unitate de disc, apoi folosiți programul de configurare BIOS ca să selectați unitatea de disc și sistemul de operare cu care vreți să lucrați.

Alte sisteme BIOS au o opțiune pentru testarea dischetei la încărcare *(Floppy Seek at Bootup)*, care poate fi activată sau dezactivată. Dacă selectați „No“, sistemul BIOS va ignora unitatea de dischetă la încărcare, chiar dacă aceasta conține un disc de sistem valid. Puteți să folosiți această opțiune ca să împiedicați utilizatorii mai puțin experimentați să încarce PC-ul folosind o dischetă proprie, posibil infectată cu viruși.

Sistemele mai noi vă oferă și posibilitatea de selectare automată a ordinii de încărcare (*Auto Boot Sequence*) sau încărcarea inteligentă (*Smart Boot*). Aceasta încearcă să vă ofere ce este mai bun din cele două lumi. Totuși, de cele mai multe ori, „inteligența“ acestei tehnici se limitează la verificarea unității de dischetă. Dacă unitatea conține o dischetă de sistem, calculatorul continuă încărcarea de pe dischetă. Dacă în unitate nu se află nici o dischetă sau discheta nu este de sistem, încărcarea este făcută de pe disc.

**Parole**

Multe sisteme BIOS conțin proceduri de protecție prin parolă, astfel încât accesul la PC poate fi limitat. De obicei, programul de configurare vă dă posibilitatea să activați sau să dezactivați protecția prin parolă. Dacă activați această protecție, sistemul stochează parola în memoria CMOS. Dacă bateria care alimentează memoria CMOS se consumă, pierdeți protecția prin parolă până la înlocuirea bateriei.

# Modernizări

Există două motive principale pentru modernizarea sistemului BIOS al unui PC: rezolvarea unor probleme și adăugarea unor caracteristici.

Deoarece codul BIOS este de fapt un produs software nemodificabil, poate avea aceleași tipuri de erori ca toate produsele software. Ca în orice program, în codul BIOS se pot strecura probleme subtile care nu se manifestă decât după ce produsul este lansat pe piață, către un public care nu bănuiește nimic. În urma descoperirii erorii, producătorul poate lansa un nou cod BIOS, care rezolvă problema.

În cursa tehnologică actuală, un producător de PC-uri nu poate anticipa ce caracteristici vor fi cerute de la un calculator după un an – sau chiar după șase luni – de la fabricare. În acest interval pot apărea rapid și pe neașteptate noi standarde. De exemplu, înainte ca IBM să lanseze dischetele de 2,88 MB, ceilalți producători de PC-uri nu bănuiau că era nevoie de noi controllere de disc și de noi coduri BIOS pentru folosirea acestei tehnologii. Deseori, sistemele mai vechi nu acceptă componentele hardware mai noi pe care ați dori să le folosiți sau nu pot exploata toate posibilitățile acestora din cauza unor lipsuri ale codului BIOS. De exemplu, deseori PC-urile mai vechi nu pot folosi întreaga capacitate sau viteză a discurilor EIDE. Deși nu este suficient pentru corectarea tuturor acestor neajunsuri, deseori un nou BIOS este necesar pentru o rezolvare corectă a problemelor.

Atunci când este posibilă, modernizarea sistemului BIOS poate lua una dintre următoarele două forme: un nou set de cipuri sau o actualizare a memoriei Flash ROM. Forma corespunzătoare PC-ului dumneavoastră depinde de modul în care a fost proiectat.

## Înlocuirea cipurilor

Codul BIOS este invariabil stocat în cipuri ROM de un tip sau altul. Ca urmare, cea mai directă metodă de actualizare a codului BIOS este înlocuirea cipurilor ROM.

Deși toate sistemele BIOS îndeplinesc aceleași funcții, fiecare este diferit. Cipurile BIOS nu sunt interschimbabile. Ca urmare, în mod normal nu puteți să cumpărați un cip BIOS la întâmplare, să îl instalați în calculator și să vă așteptați ca sistemul să vă ofere noi posibilități. Deoarece între cipul BIOS și placa de bază există o legătură strânsă, aproape toate modelele de PC-uri sunt echipate cu un cip BIOS diferit. Producătorii de cipuri BIOS adaptează cipurile pentru fiecare produs, fie și numai prin adăugarea unui nou mesaj privind drepturile de autor. Deseori, producătorii adaptează codul BIOS în funcție de cerințele producătorului de PC-uri. Rezultatul este că pentru două PC-uri care folosesc același set de cipuri și chiar aceeași placă de bază, codul BIOS poate fi diferit. Ca urmare, nu puteți să schimbați cipurile BIOS de la un PC la altul decât dacă acestea sunt identice ca marcă și model (și, în cazul unor producători, sunt echipate cu aceeași placă de bază). Pentru modernizarea codului BIOS, trebuie să obțineți cipuri proiectate pentru placa de bază și PC-ul pe care le aveți.

Cea mai mare problemă legată de înlocuirea cipurilor este faptul că, deseori, este imposibil să găsiți cipurile de care aveți nevoie. Deoarece fiecare cip BIOS este adaptat pentru un anumit model de PC, în prezent sunt folosite sute și chiar mii de cipuri BIOS între care există diferențe subtile. Nici un furnizor nu poate stoca cipuri de înlocuire pentru toate modelele. Mai multe, între producătorii codului BIOS și producătorul PC-ului poate exista un acord prin care primul se obligă să nu vândă același cod BIOS nimănui – nici măcar dumneavoastră.

Regula generală este că primul loc în care trebuie să căutați un cip BIOS de modernizare pentru un PC este producătorul PC-ului respectiv. Dacă producătorul nu tratează direct cu dumneavoastră, calea corectă prin care puteți să obțineți un cip de înlocuire este furnizorul care v-a vândut PC-ul.

Câteva companii independente oferă cipuri de modernizare pentru cele mai populare modele de PC-uri. În general, costul unor cipuri BIOS este mult mai mic (deseori mai puțin de jumătate) decât prețul unei plăci noi, echipată cu cipurile BIOS, dar fără microprocesor și memorie. Totuși, dacă PC-ul dumneavoastră este mai vechi de un an, înlocuirea întregii plăci de bază este de obicei o opțiune mai bună decât modernizarea cipurilor BIOS.

În plus, o singură copie a codului BIOS poate fi destul de scumpă. Cumpărate en-gros (adică așa cum face un producător de PC-uri care cumpără cipuri BIOS pentru o serie întreagă) drepturile de folosire a codului BIOS pot ajunge la prețuri destul de mici – numai câțiva dolari pentru fiecare copie. Cumpărarea unui cip BIOS pentru PC-ul propriu costă mai mult, deoarece nu beneficiați de posibilitatea de cumpărare en-gros a producătorului. Mai mult, dumneavoastră trebuie să cumpărați cipul fizic care conține codul, în timp ce producătorul de calculatoare cumpără deseori codul pe disc sau pe bandă și apoi produce copiile de care are nevoie (și pentru care a plătit). Ca urmare, o singură copie a codului BIOS poate să vă coste între 20 și 50$, în funcție de ceea ce cumpărați și de la cine.

## Flash BIOS

Pentru a simplifica modernizarea codului BIOS, mulți producători de PC-uri au trecut la folosirea cipurilor Flash ROM pentru codul BIOS, în locul cipurilor EPROM. Un PC echipat cu un sistem *flash BIOS* poate fi actualizat prin simpla rulare a unui program care scrie codul actualizat în cipurile Flash ROM.

În prezent, cei mai mulți producători de PC-uri folosesc cipuri Flash ROM pentru stocarea codului BIOS, deoarece programele BIOS pot fi codificate mai repede în cipurile Flash ROM decât în cipurile EPROM. Totuși, pentru a permite modernizarea cipurilor BIOS prin această metodă, placa de bază trebuie să conțină circuite speciale, care să permită aplicarea tensiunilor de programare la intrările cipurilor Flash ROM. Nu toate PC-urile care folosesc cipuri Flash ROM pentru codul BIOS conțin circuitele necesare pentru programare. Ar trebui să verificați manualul PC-ului pe care îl aveți ca să aflați dacă cipurile Flash ROM instalate în sistem pot fi modernizate prin software.

Actualizarea codului Flash BIOS implică, de obicei, folosirea a două fișiere – un fișier binar care conține codul BIOS propriu-zis și un program special de încărcare (*loader*). Programul de încărcare activează circuitele speciale de pe placa de bază necesare pentru scrierea cipurilor BIOS, apoi transferă conținutul fișierului binar pe aceste cipuri. Sarcina programului de încărcare este una dintre cele mai delicate operații executate pe un PC, deoarece o greșeală poate face sistemul nefuncțional. Este posibil ca sistemul să nu mai poată fi încărcat în vederea rulării programului de încărcare. Ca urmare, din motive de securitate, unii producători de sisteme vă recomandă să luați măsuri speciale de protecție înainte de a încerca să modernizați codul BIOS. De exemplu, unii producători recomandă alimentarea PC-urilor notebook atât de la baterie cât și de la rețeaua electrică înainte de modernizarea codului BIOS.

Pentru ca actualizarea codului BIOS să nu facă sistemul inoperabil, unele PC-uri asigură *protejarea blocului de încărcare* a sistemului. Această caracteristică împiedică rescrierea

blocului din memoria Flash ROM folosit pentru codul esențial de încărcare – codul necesar pentru încărcarea de pe dischetă, dar nu și pentru alte operații sau teste. Codul protejat este suficient pentru folosirea dischetei, astfel încât să aveți posibilitatea să mai încercați o dată actualizarea codului BIOS – sau să refaceți vechiul cod BIOS dacă problemele sunt generate chiar de noul cod.

Deoarece circuitele plăcilor de bază diferă de la un model de calculator la altul, este posibil ca programele de încărcare proiectate pentru un sistem să nu funcționeze pe un alt sistem. Dacă nu aveți alte informații furnizate de producătorul PC-ului sau al codului BIOS, puteți să presupuneți că aveți nevoie de cele două fișiere – fișierul binar cu codul BIOS și programul de încărcare – pentru modernizarea codului BIOS. În general, programele de încărcare vă avertizează dacă nu sunt proiectate pentru sistemul pe care încercați să le rulați, dar nu vă bazați pe astfel de mesaje pentru evitarea incompatibilităților. Dacă un program de încărcare face o greșeală, s-ar putea să fiți nevoit să trimiteți PC-ul înapoi la fabrică pentru înlocuirea cipurilor BIOS înainte de a-l porni din nou.

Pe lângă rezolvarea problemelor existente, modernizarea unei memorii Flash BIOS poate uneori să cauzeze probleme noi. De obicei, producătorii de coduri BIOS proiectează programele de încărcare a memoriilor Flash BIOS astfel încât să reinițializeze parametrii la valorile prestabilite de fabrică. Dacă înainte de modernizarea codului ați adaptat unii parametri (de exemplu, ați ajustat consumul de energie pentru un sistem notebook), după actualizare trebuie să modificați din nou parametrii respectivi. Uneori, s-ar putea să descoperiți că în procesul de încărcare a fost modificată data stocată în memoria CMOS. Rularea sistemului fără verificarea și restabilirea datei poate cauza probleme în cazul programelor sensibile la relația dintre data curentă și datele fișierelor. De exemplu, sistemele pentru salvările de siguranță sau programele de întreținere a discului s-ar putea să nu funcționeze corespunzător după actualizarea codului BIOS, dacă nu refaceți ceasul sistemului.

## Furnizori

Aproape toate PC-urile produse în ultimii cinci ani folosesc memorie flash pentru stocarea codului BIOS, așa că puteți să le modernizați în câteva minute, fără să deschideți carcasa PC-ului. Aveți nevoie, desigur, de codul de modernizare. *Toți* producătorii importanți publică fișiere de cod BIOS pentru modernizare în situri Web, de obicei pe pagina de asistență tehnică. Nu trebuie decât să găsiți modelul de PC pe care îl aveți, să selectați codul de modernizare corespunzător și să vă găsiți ceva de făcut pentru jumătatea de oră cât durează descărcarea.

Disponibilitatea modernizărilor BIOS – sau lipsa acestora – este unul dintre cele mai bune motive pentru evitarea PC-urilor care nu poartă un nume de marcă. Dacă nu aveți o sursă pentru modernizarea codului BIOS, utilitatea viitoare a PC-ului poate fi afectată. De exemplu, eu am cumpărat un nou sistem în 1997 și am vrut să instalez un hard-disc de 10 GB un an mai târziu. Surpriză! Codul BIOS al mașinii nu recunoștea mai mult de 8 GB. Totuși, producătorul PC-ului avea un cod BIOS modernizat care a rezolvat problema.

Este recomandabil să verificați dacă producătorul unui calculator pe care vreți să îl cumpărați are un sit Web și publică programe de modernizare a codului BIOS. Dacă preferați să cumpărați un calculator construit într-un garaj de un producător local, asigurați-vă că aveți o sursă de modernizare, prin producătorul codului BIOS sau al plăcii de bază. Rețineți că plăcile de bază Intel se numără printre cele mai populare produse actuale și că Intel oferă în situl Web propriu programe de modernizare pentru unele coduri BIOS, deși va trebui să le căutați. Cu alte cuvinte, atunci când cumpărați un

PC de la un producător care oferă o asistență tehnică îndoielnică, verificați dacă producătorul plăcii de bază vă poate oferi un sprijin suplimentar.

Unii producători publică regulat actualizări ale codului BIOS. (Calculatorul laptop pe care îl am a ajuns la versiunea „O".) Nu trebuie să le instalați pe toate. De fapt, deoarece orice revizuire oferă posibilitatea introducerii unor erori, o dată cu noile caracteristici, puteți să rămâneți la ceea ce aveți, până când apare o problemă sau o deficiență. Cu alte cuvinte, lăsați leii să doarmă. Dar atunci când descoperiți o nouă versiune a codului BIOS, descărcați-o imediat și salvați-o pentru viitor. Nu știți niciodată când va dispărea din Web.

Chiar dacă nu găsiți un sit Web al firmei care a produs PC-ul sau dacă nu găsiți un program de modernizare a codului BIOS pe situl producătorului, nu trebuie să vă pierdeți speranța. Deși numărul producătorilor de PC-uri este doar cu puțin mai mic decât cel al garajelor din America de Nord, numărul codurilor BIOS diferite este relativ mic. Doar câteva companii de calculatoare scriu propriile coduri BIOS (sau plătesc pe alții să le scrie). Cipurile BIOS pentru cele mai multe PC-uri sunt furnizate de numai câțiva producători. Award Software International produce cipurile Award BIOS. American Megatrends International fabrică cipurile AMI BIOS. Microid Research oferă cipurile MR BIOS, numite deseori Mister BIOS, datorită acestei abrevieri. Phoenix Technologies a creat cipurile Phoenix BIOS. Sistemele mai vechi pot conține cipuri BIOS produse de Quadtel. Puteți să obțineți asistență tehnică și chiar programe de modernizare de la oricare dintre acești producători.

Toți producătorii de coduri BIOS oferă o mulțime de informații despre propriile produse și despre modul de rezolvare a problemelor. Cel mai convenabil loc din care puteți să obțineți aceste informații este situl Web al producătorului respectiv. Totuși, cei mai mulți producători nu vând cipuri BIOS – noi sau de modernizare – direct utilizatorilor.

Este ușor să vă dați seama cine a scris codul BIOS al PC-ului. Atunci când porniți PC-ul, verificați mesajul de copyright afișat pe ecran. Mesajul vă va spune cine deține drepturile de copiere, acesta fiind producătorul cipurilor BIOS. După ce aflați acest lucru, este ușor să găsiți producătorul.

Lista următoare prezintă adresele și siturile Web ale celor mai cunoscute firme care produc coduri BIOS.

### Award Software International, Inc.

777 East Middlefield Road

Mountain View, CA 94043

`http://www.award.com`

### American Megatrends International

6145-F Northbelt Pkwy.

Norcross, GA 30071

`http://www.megatrends.com`

### Microid Research, Inc.

2336-D Walsh Ave.

Santa Clara, CA 95051

`http://www.mrbios.com`

## Quadtel

Deși la un moment dat era un jucător important pe piața codurilor BIOS, Quadtel a fuzionat cu Phoenix Technologies la începutul anului 1992. Quadtel este acum o filială a firmei Phoenix. Informații și asistență tehnică pentru produsele Quadtel sunt disponibile prin firma Phoenix și prin distribuitorul autorizat al acesteia, Micro Firmware.

## Phoenix Technologies Ltd.

2770 De La Cruz

Santa Clara, CA 95050

`http://www.ptltd.com`

Deși Phoenix Technologies furnizează o mulțime de informații prin situl Web pe care îl întreține, mai multe informații pentru rezolvarea problemelor și asistență tehnică pentru actualizare pot fi obținute prin distribuitorul autorizat al acesteia, Micro Firmware, care are următoarea adresă:

Micro Firmware

330 West Gray St.

Norman, OK 73069

`http://www.firmware.com`

# Capitolul 6
# Seturi de cipuri

*Seturile de cipuri și celelalte circuite de suport sunt liantul care ține laolaltă un PC, asigurând semnalele de care are nevoie microprocesorul ca să funcționeze, precum și semnalele care leagă PC-ul și echipamentele periferice. De-a lungul anilor, forma și natura circuitelor de suport s-a dezvoltat, dar funcțiile acestora au rămas aceleași, ca parte a definiției calculatorului personal. Seturile de cipuri actuale definesc PC-ul, servesc ca fundație pentru placa de bază și determină caracteristicile generale ale calculatorului.*

Circuitele de suport fac mai mult decât simpla menținere în funcțiune a microprocesorului. Acestea îndeplinesc funcții fără de care PC-ul nu ar fi un calculator. Printre acestea se numără:

| *Funcție* | *Descriere pe scurt* |
|---|---|
| Circuitele de sincronizare | Controlează și coordonează funcționarea PC-ului și stabilesc viteza acestuia. |
| Controlul întreruperilor | Permit aplicațiilor și dispozitivelor să obțină imediat atenția microprocesorului, pentru îndeplinirea unor operații critice din punctul de vedere al timpului. |
| Accesul direct la memorie | Asigură o cale alternativă pentru transferarea datelor între disc sau alte dispozitive și memorie, ocolind microprocesorul, astfel încât acesta își poate folosi timpul în alte scopuri. |
| Interfața cu magistrala | Leagă circuitele PC-ului de cele ale plăcilor de extensie și garantează schimbul sigur (și rapid) al informațiilor. |
| Gestionarea energiei | Reduce la minim consumul de energie al PC-ului, sacrificând cât mai puțin performanțele; utilă în special pentru a prelungi timpul de funcționare atunci când calculatorul este alimentat de la baterii. |
| Controlul memoriei | Controlează transferarea datelor în și din memorie și asigură integritatea conținutului memoriei. |
| Controlul discului | Se asigură că PC-ul obține de pe disc datele de care are nevoie și că informațiile sunt stocate astfel încât să poată fi regăsite rapid. |
| Controlul tastaturii | Direcționează semnalele generate de apăsarea tastelor către microprocesor și se asigură că acestora li se acordă atenția cuvenită. |
| Controlul porturilor | Leagă PC-ul de dispozitivele periferice, inclusiv imprimante, modemuri și Internet. |

Așa cum nu puteți să construiți o casă fără cuie, nu puteți să realizați un calculator fără cipuri de suport. Sunt necesare o mulțime de circuite care asigură funcțiile calculatorului, îi coordonează funcționarea și controlează semnalele din acesta. În definitiv, nu este suficient un microprocesor ca să construiți un calculator – altfel, microprocesorul *ar fi* chiar un calculator. Deși unele sisteme nu sunt decât puțin mai mult decât un microprocesor și unele microprocesoare se apropie de definiția unui

calculator complet, cele mai multe calculatoare personale actuale au nevoie de un număr de funcții de suport care fac microprocesorul să lucreze și să fie util.

*Seturile de cipuri* împachetează toate aceste funcții electrice și logice într-un număr de circuite integrate, deseori cele mai mari cipuri din PC, cu excepția microprocesorului. Setul de cipuri reprezintă fundația plăcii de bază, iar setul de cipuri ales de producătorul PC-ului determină funcționalitatea generală a PC-ului. În plus, performanțele generale ale sistemului sunt determinate de modul în care producătorul folosește aceste cipuri.

Deși setul de cipuri folosit de un PC este rareori menționat în reclame sau în fișele tehnice, influența acestuia este puternică. Printre altele, setul de cipuri determină tipul și numărul microprocesoarelor care pot fi instalate în sistem; memoria maximă care poate fi adresată de sistem; tehnologia de memorie folosită de sistem (EDO, Burst EDO, SDRAM sau Rambus); dacă sistemul poate să detecteze erorile de memorie; viteza magistralei de memorie; dimensiunea și tipul memoriei cache secundare; tipul, viteza și modul de operare a magistralei de extensie; dacă puteți să instalați o placă video într-un port AGP; interfețele de stocare masivă disponibile pe placa de bază; porturile disponibile pe placa de bază; și dacă PC-ul are un adaptor de rețea integrat. Foarte multă putere în doar câteva cipuri – și un motiv bun ca să vă întrebați ce aveți în interiorul PC-ului.

## Elemente de bază

Pe lângă un microprocesor, orice PC are nevoie de câteva circuite electrice care îl fac să funcționeze. Printre acestea se numără un ceas (oscilator) care generează semnalele pentru sincronizarea circuitelor; un controller de memorie care se asigură că fiecare octet este stocat unde trebuie și că rămâne acolo; logica de control a magistralei, care comandă fluxul de date către și dinspre microprocesor și în restul sistemului; un controller pentru accesul direct la memorie, care asistă transferul datelor; un controller de întreruperi care satisface cerințele prelucrării interactive. În plus, dintr-un PC complet fac parte, de obicei, circuite care nu sunt absolut necesare – un controller pentru magistrala de extensie, o interfață pentru sistemul de stocare masivă și diferite porturi pentru conectarea perifericelor.

Toate PC-urile, oricât de vechi, conțin aceste circuite. Totuși, primele calculatoare nu aveau seturi de cipuri. Nimeni nu inventase încă setul de cipuri; tehnologia abia apărea și cererea era neglijabilă.

În locul seturilor de cipuri, funcțiile necesare erau asigurate de mai multe circuite discrete – circuite integrate mici cu destinație generală, cum ar fi porțile logice – și câteva blocuri funcționale, circuite integrate mai mari, proiectate în scopuri specifice, dar care nu erau obligatoriu legate de calculatoare. Aceste circuite diverse, numite generic *cipuri de suport*, erau combinate pentru a asigura toate funcțiile necesare primelor PC-uri.

În prezent, numai forma acestor elemente de circuit s-a schimbat, rezultând setul de cipuri. Motivul este același care stă la baza tuturor inovațiilor din calculatoarele personale – profitul. Combinate, circuitele sunt mai compacte și mai ieftine. Pe măsură ce PC-urile au devenit mai populare, firmele producătoare de circuite semiconductoare au combinat mai multe funcții înrudite, pe câteva cipuri, numite individual Circuite Integrate Specifice Aplicațiilor (Application-Specific Integrated Circuits – ASIC), care, luate împreună, formează setul de cipuri.

Desigur, și dumneavoastră obțineți unele avantaje. PC-urile care folosesc seturi de cipuri pot fi mai mici, mai ieftine și mai fiabile. O singură privire la placa de bază, și avantajul dimensiunii devine evident. În prezent, totul este compact, iar placa de bază pare aproape goală, cu cele câteva capsule negre mari ale setului de cipuri. Eliminarea

circuitelor discrete și a tuturor legăturilor dintre acestea reduce numărul conexiunilor expuse la defectare, iar circuitele sunt mai fiabile. Mai mult, deoarece circuitele multiple pot fi fabricate în același timp pe suprafața de siliciu, această abordare integrată face ca circuitele de suport ale PC-ului să fie mai ieftine.

## Istoric

Puteți urmări genealogia circuitelor de suport până la primul PC. Toate funcțiile de bază ale seturilor de cipuri moderne pot fi regăsite în circuitele acestuia. Istoria seturilor de cipuri înseamnă doar cu puțin mai mult decât combinarea și rafinarea funcțiilor originale. Această moștenire este rezultatul nevoii de compatibilitate. PC-urile actuale imită funcționarea primelor PC-uri – și în special a calculatorului personal original creat de IBM în 1981 – astfel încât toate să poată rula aceleași produse software. Deși pare ceva anacronic într-o vreme când cei care își mai amintesc de primul PC au și amintiri despre dinozauri sau exploratorii spanioli, chiar și cele mai recente seturi de cipuri trebuie să emuleze cu precizie acțiunile primelor PC-uri, astfel încât chiar și cele mai vechi programe să poată fi rulate pe noile calculatoare – presupunând, desigur, că sunt asigurate și toate celelalte elemente de suport. În definitiv, este posibil ca un neanderthalian să-i amenințe cu procese pe proiectanții seturilor de cipuri din Silicon Valley și să-i înjure pentru că utilitarele DOS încărcate în 1982 nu mai rulează pe noile Pentium III.

Cipurile mari, multifuncționale, au fost prezente în PC-uri încă de la început (controllerul video din primele PC-uri, de exemplu), dar acestea au fost continuu dezvoltate. IBM a introdus termenul „ASIC“ o dată cu linia Personal System/2, începând cu 1987. Aceasta a marcat începutul erei PC-urilor. Piața calculatoarelor personale crescuse suficient de mult ca să susțină dezvoltarea cipurilor specifice. În curând, proiectanții de circuite semiconductoare au început să creeze propriile cipuri ASIC pentru construirea calculatoarelor. Printre primele firme s-a numărat și Chips and Technologies, care din 1997 face parte din Intel Corporation.

Nu numai că au creat o nouă ramură a industriei semiconductoarelor, dar seturile de cipuri au schimbat și imaginea industriei PC-urilor. Folosind circuite discrete de suport, proiectarea unei plăci de bază însemna o adevărată provocare pentru ingineri, deoarece impunea înțelegerea profundă a funcționării electronice a tuturor elementelor unui PC. Folosind un set de cipuri, proiectantul PC-ului nu mai gestionează decât semnalele care intră și ies din câteva componente. Din punctul de vedere al proiectantului, setul de cipuri poate fi considerat o cutie neagră. De fapt, în multe cazuri, pentru proiectarea unui PC pornind de la un set de cipuri nu trebuie decât să știi să te orientezi pe o hartă. Cei mai mulți producători de seturi de cipuri oferă și un model de proiectare a unei plăci de bază pentru a ajuta la evaluarea produselor proprii. Mulți producători de plăci de bază (poate chiar prea mulți) nu fac decât să ia modelul de evaluare al producătorului de cipuri și să îl transforme într-un produs comercial.

In extremis, un set de cipuri devine un PC pe un singur cip. De fapt, nu numai că este suficient un singur cip pentru integrarea tuturor circuitelor de suport ale unui PC, dar unii producători de cipuri au încercat să combine circuitele de suport și cu un microprocesor. Unul dintre cele mai bune exemple este cipul Intel 486SL, un microprocesor 486DX complet proiectat pentru funcționarea cu consum redus de energie și pentru controlul total al sistemului – de fapt, un cip care conține un întreg calculator. Deși Intel nu a dus tehnologia Pentium până la acest nivel de integrare – încă – alți producători oferă PC-uri pe un singur cip de mare putere, cum ar fi cipul PowerPC MPC821 (care, de altfel, nu este compatibil cu PC-urile actuale cu platformă Windows).

Periodic, titluri de genul „un calculator pe un singur cip“ apar în publicațiile de specialitate, deși rareori produsele de acest tip au același succes pe piață ca și PC-urile bazate pe seturi de cipuri.

## Funcții

Deoarece controlează caracteristici hardware specifice, seturile de cipuri sunt proiectate special pentru un anumit tip de microprocesor și, deseori, de magistrală. Cele mai populare seturi de cipuri actuale sunt legate de microprocesoarele Pentium și de magistrala PCI, incluzând toate funcțiile de nivel tehnic înalt pe care le așteptați de la un calculator.

Indiferent cât este de simplu sau de elaborat setul de cipuri dintr-un PC modern, acesta are trei funcții principale. Setul de cipuri trebuie să îndeplinească rolul de *controller de sistem*, care ține laolaltă întregul PC, asigurând microprocesorului suportul de care are nevoie pentru a realiza un sistem de prelucrare. În rolul de *controller de memorie*, setul de cipuri asigură legătura dintre microprocesor și sistemul de memorie, determină arhitectura memoriei principale și a memoriei cache și asigură fiabilitatea datelor stocate în cipurile RAM. Pentru a extinde controlul microprocesorului asupra altor componente ale sistemului, setul de cipuri îndeplinește rolul de *controller de periferice*, asigurând operarea porturilor de intrare/ieșire și a interfețelor de disc.

În industria seturilor de cipuri, funcțiile de sistem și de memorie sunt deseori construite ca o singură unitate, numită *puntea de nord*. Aceste circuite reprezintă elementele esențiale ale unui PC. Fără funcțiile care controlează memoria și sistemul, nu ați avea un PC.

În aceeași terminologie, funcțiile pentru controlul perifericelor formează *puntea de sud* (south bridge), care deseori este un cip separat. Deși funcțiile acestui cip sunt deseori considerate ca fiind neesențiale, nu v-ați dori un PC căruia să îi lipsească; PC-ul nu ar avea mijloace de comunicare cu lumea exterioară și nu ar putea să stocheze datele și programele.

Una dintre funcțiile setului de cipuri, controlul magistralei, este acum inclusă în puntea de nord, deși în seturile de cipuri anterioare aceste funcții erau îndeplinite de controllerul de periferice. Multe seturi de cipuri asigură controllerul de magistrală printr-un cip separat, numit *punte PCI*. În edițiile anterioare ale acestei cărți, controllerul de magistrală era descris împreună cu controllerul de periferice. Motivul era faptul că, în acel moment, magistrala ISA *era* considerată un echipament periferic; funcționa ca echipamentele periferice și răspundea cu viteza mică specifică acestora. Magistrala modernă PCI este mai strâns integrată cu microprocesorul, motiv pentru care a fost numită, la un moment dat, „magistrală locală“ și unul dintre motivele datorită cărora asigură performanțe mai bune.

### Controllerul de sistem

Funcția de bază a unui set de cipuri este să transforme un microprocesor într-un PC, adică să adauge ceea ce îi trebuie unui microprocesor ca să formeze un sistem întreg. Un PC modern are nevoie de câteva funcții de bază, printre care:

- **Contoare de timp și oscilatoare**, care asigură semnalele de sincronizare necesare pentru funcționarea microprocesorului, memoriei și a celorlalte componente ale calculatorului.
- **Controller de întreruperi**, care gestionează întreruperile hardware și dă prioritate funcțiilor importante.
- **Controller DMA**, care guvernează transferul de date la și de la memorie, independent de microprocesor, lăsând microprocesorul să execute operații mai importante (cum ar fi prelucrarea datelor).

• **Gestionarea energiei**, care asigură supravegherea folosirii electricității în calculator și, în sistemele notebook, contribuie la prelungirea duratei de viață a bateriei.

În seturile de cipuri moderne, *controllerul de sistem* din puntea de nord îndeplinește toate aceste funcții. Aproape toate funcțiile controllerului de sistem dintr-un PC sunt bine definite și, în cea mai mare parte, standardizate. În aproape toate PC-urile, cele mai elementare dintre aceste funcții folosesc aceleași mijloace de acces și de control – porturile și adresele de memorie corespund celor folosite de primele PC-uri. De fapt, accesul la aceste funcții determină compatibilitatea fundamentală a unui calculator cu standardul PC.

Totuși, proiectanții primelor PC-uri nu s-au gândit la toate funcțiile de control necesare într-un PC modern. Cea mai importantă dintre acestea este gestionarea energiei, care nu a fost o problemă până la apariția calculatoarelor alimentate de la baterie. Ca urmare, funcțiile de gestionare a energiei (Power Management) ale seturilor de cipuri diferă în funcție de proiectarea hardware, deși acum cele mai multe folosesc sisteme software de control comune (despre care vom discuta în secțiunea „Gestionarea energiei“ din Capitolul 25, „Alimentarea“). Mai mult, unele seturi de cipuri nu asigură o parte dintre funcțiile mai puțin standardizate.

Proiectanții adaptează controllerul de sistem din cele mai multe seturi de cipuri pentru un anumit microprocesor. Totuși, unele controllere sunt mai flexibile și funcționează corect pentru toate microprocesoarele dintr-o anumită clasă (de exemplu, pentru toate cipurile din generația a cincea, cum ar fi microprocesoarele Intel Pentium originale și echivalentele „586“ ale acestora produse de AMD, Cyrix și alții) iar altele au un domeniu de aplicabilitate chiar mai larg. Deoarece funcțiile controllerului de sistem sunt elementare și bine definite, este de așteptat ca orice set de cipuri să le îndeplinească satisfăcător.

## Controllerul de memorie

Nu puteți să aruncați în carcasa unui PC un pumn de module de memorie, ca și cum ați semăna iarbă, și să sperați că totul (sau măcar ceva!) va funcționa. Memoria trebuie să fie conectată logic și electronic cu restul sistemului. Mai mult, cipurile și modulele de memorie au propriile cerințe de întreținere, pe care PC-ul trebuie să le îndeplinească pentru a asigura stocarea corectă a datelor. Sistemele simple de memorie ale primelor PC-uri aveau nevoie doar de un cip de decodare care să realizeze legătura cu microprocesorul. Arhitecturile moderne de memorie sunt mult mai complexe, incluzând mai multe niveluri de cache, circuite de corectare a erorilor și procese automatizate de configurare. Seturile de cipuri actuale manipulează toate conexiunile și îndeplinesc cele mai complexe cerințe ale sistemelor de memorie.

În afara sarcinilor de manipulare a memoriei principale, controllerul de memorie din seturile tipice de cipuri îndeplinesc și rolul de controller pentru cache-ul secundar al PC-ului. Totuși, această funcție diferă de la un microprocesor la altul. În cazul microprocesoarelor Pentium Pro, din a șasea generație, controlul cache-ului a trecut de la setul de cipuri la microprocesor, această tendință de proiectare fiind continuată și în modelele Pentium II și III.

Proiectarea controllerului de memorie din setul de cipuri are efecte importante asupra configurației generale a PC-ului. Aceasta determină cantitatea de memorie RAM pe care puteți să o instalați, tipul modulelor RAM (cu paritate, fără paritate, cu posibilități de corectare a erorilor), viteza de operare și nivelul de performanță al modulelor de memorie, precum și dimensiunea și tehnologia folosită pentru cache-ul secundar.

### Controllerul pentru dispozitive periferice

Controllerul de sistem dintr-un set de cipuri permite PC-ului să funcționeze. *Controllerul de periferice* asigură posibilitățile de conectare. Controllerul de periferice creează interfețele necesare celorlalte dispozitive pentru conectarea la microprocesor. Printre funcțiile de bază ale controllerului de periferice se numără:

- **Interfața pentru unitățile de dischetă**, care permite sistemului să controleze una sau mai multe unități de dischetă.
- **Interfața pentru hard-disc**, care conectează la sistem unitățile de hard-disc.
- **Controllerul de tastatură**, care translatează codurile transmise de tastatură într-o formă ce poate fi înțeleasă de PC și de programele rulate pe acesta.
- **Controllerul pentru porturile de intrare/ieșire**, care permite sistemului accesul la porturile de intrare și de ieșire, prin care PC-ul realizează conexiunile cu echipamentele periferice.

Ca și funcțiile controllerului de sistem, cele mai multe funcții de interfață pentru periferice sunt standarde bine definite și folosite ca atare de mai mulți ani. Funcțiile testate în timp determină mai puține probleme la proiectarea, selectarea și operarea seturilor de cipuri. Unele interfețe au origini mai recente și, dacă într-un set de cipuri apar probleme, este mai probabil ca acestea să fie cauza. De exemplu, magistrala PCI și interfața de disc UDMA sunt noutăți în comparație cu interfața de tastatură, veche de un deceniu, sau cu magistrala ISA, care este chiar mai veche. Dacă un set de cipuri determină apariția unor probleme, acestea apar de obicei în circuitele legate de funcțiile mai noi.

Unele seturi de cipuri separă o parte dintre funcțiile pentru controlul dispozitivelor periferice în cipuri dedicate. Această soluție permite dezvoltarea independentă și dă producătorului de cipuri posibilitatea să revizuiască o secțiune a setului fără să afecteze circuitele destinate altor funcții. De exemplu, Intel oferă controllerul punții PCI din setul de cipuri Pentium Pro Orion într-o capsulă separată, la fel ca pentru cele mai multe seturi de cipuri actuale produse de Intel.

## Controlul sistemului

Studiați unul dintre cele mai noi seturi de cipuri și veți descoperi trei funcții atât de importante încât ar fi incluse în PC-urile moderne chiar dacă nu s-ar pune problema compatibilității cu modelele anterioare: circuitele de sincronizare, controlul întreruperilor și controlul accesului direct la memorie. În continuare, vom studia în detaliu fiecare dintre aceste funcții.

### Circuitele de sincronizare

Deși anarhia pare tentantă dacă susțineți libertatea individuală sau vindeți arme de foc, aceasta nu are valoare pentru circuitele calculatoarelor. Proiectarea circuitelor actuale de prelucrare a datelor se bazează pe organizare și cooperare controlată – ca urmare, sincronizarea este esențială. Semnificația fiecărui impuls care parcurge circuitele unui PC depinde în mare măsură de relațiile temporale. Pentru ca întreg sistemul să funcționeze, semnalele trebuie să fie transmise între circuite în momentul potrivit.

Timpul este critic într-un PC, deoarece toate circuitele sunt proiectate pe baza unei tehnologii cunoscute sub numele de *logică sincronizată*. Toate elementele logice dintr-un

calculator funcționează *sincronizat*. Acestea execută diverse operații pas cu pas și fiecare circuit execută un pas în același timp cu restul circuitelor din calculator. Operarea sincronizată permite calculatorului să urmărească fiecare bit prelucrat, asigurându-se că nu se pierde nimic.

Elementul de circuit care trimite impulsurile de sincronizare se numește *ceas*. Totuși, PC-urile nu au un singur ceas, ci mai multe, fiecare având un scop specific. Printre acestea se numără ceasul sistemului, ceasul magistralei, ceasul video și chiar un ceas pentru păstrarea orei curente.

*Ceasul sistemului* este dirijorul care marchează tempoul urmat de toate circuitele, prin transmiterea unor semnale de sincronizare la intervale precis controlate. Totuși, ceasul sistemului trebuie să obțină de undeva informațiile de sincronizare, indiferent dacă sursa de informații este un dispozitiv intern sau un tip oarecare de metronom. Cele mai multe ceasuri din circuitele electronice se bazează pe oscilatoare.

## Oscilatoarele

Un circuit electronic care măsoară precis și continuu timpul se numește oscilator. Cele mai multe oscilatoare funcționează pe principiul simplu al reacției inverse. Ca și un microfon care preia propriile sunete de la difuzoarele așezate prea aproape și începe să țiuie, oscilatorul preia chiar semnalele pe care le generează. Ca și reacția inversă acustică prin care își manifestă nemulțumirea sistemele de difuzoare intrate în microfonie, oscilatoarele generează un semnal cu o anumită frecvență. Deoarece în cazul oscilatoarelor circuitul de reacție este mult mai scurt, semnalele generate nu mai parcurg un drum atât de lung, iar frecvența acestora este mult mai mare, chiar de mii de ori.

Oscilatorul preia la intrare propriile ieșiri, amplifică semnalul și îl trimite din nou la ieșire, de unde acesta este preluat din nou la intrare, într-un ciclu necontrolat și fără sfârșit. Totuși, oscilatorul poate fi „îmblânzit" prin adăugarea unor „piedici" în circuitul de reacție. Acestea sunt circuite electronice speciale inserate între ieșire și intrare, având rolul de a controla semnalul de reacție și frecvența semnalului de ieșire.

În aproape toate PC-urile, ca element de control al frecvenței este folosit un cristal de cuarț. Cuarțul este unul dintre numeroșii compuși piezoelectrici. Materialele piezoelectrice au o proprietate interesantă: dacă deformați un cristal piezoelectric, acesta generează o mică tensiune. Și invers, dacă aplicați asupra cristalului o tensiune într-un anumit mod, materialul piezoelectric se deformează.

Cristalele de cuarț fac exact acest lucru. Dar dincolo de această relație simplă între stimul și reacție, cristalele de cuarț au și o altă proprietate interesantă. Prin controlarea precisă a dimensiunii și formei cristalului de cuarț, acesta poate fi făcut să intre în rezonanță la o anumită frecvență. Frecvența de rezonanță este foarte stabilă și foarte precisă – suficient pentru a asigura unui ceas electric o precizie de câteva secunde pe lună. Deși PC-urile nu au nevoie de precizia absolută a unui ceas cu cuarț pentru funcționarea corectă a circuitelor logice, stabilitatea fundamentală a oscilatorului cu cuarț asigură operarea calculatorului la o frecvență de ceas menținută între limitele de proiectare.

Diferitele ceasuri dintr-un PC pot să funcționeze independent sau să fie sincronizate. Cele mai multe PC-uri leagă aceste frecvențe, sincronizându-le. PC-ul poate să folosească un singur oscilator și circuite speciale, cum ar fi *divizoarele de frecvență*, care reduc rata de oscilare cu un factor selectabil, sau *multiplicatoarele de frecvență*, care cresc rata de oscilare. De exemplu, un PC poate avea un oscilator de 100 MHz care controlează sistemul de memorie. Un divizor de frecvență poate reduce această rată la o treime pentru operarea

magistralei PCI și un alt divizor poate reduce rata de oscilare cu un factor de 12 ca să obțină ceasul folosit de magistrala moștenită ISA. În același timp, un multiplicator de frecvență din interiorul microprocesorului poate mări frecvența la 450 sau 600 MHz, pentru operarea circuitelor din logica de nucleu. Deoarece toate frecvențele au la origine același semnal de ceas, acestea sunt sincronizate automat, astfel încât cea mai mică variație a ceasului original este reflectată de toate ceasurile derivate.

Unele secțiuni ale PC-ului operează asincron, folosind propriile ceasuri. De exemplu, rata de scanare folosită de sistemul video al PC-ului este obținută, de obicei, de la un oscilator separat aflat pe placa video. De fapt, unele plăci video conțin mai multe oscilatoare, pentru diferite rate de scanare. Unele PC-uri pot avea ceasuri separate pentru funcțiile de bază ale magistralei, astfel încât magistralele rulează asincron față de memorie și de microprocesor. Pentru păstrarea datei, cele mai multe PC-uri au ceasuri dedicate, care, în esență, sunt ceasuri electronice obișnuite integrate pe placa de bază.

## Ceasurile sistemului

Deși frecvența preferată pentru magistralele actuale, 100 MHz, este un număr frumos și rotund, o mulțime de oscilatoare din interiorul PC-ului funcționează la valori mai ciudate – cum ar fi 14,31818 MHz. Multe dintre aceste valori sunt arbitrare, dar au origini istorice.

La începuturi (ca să plagiem Geneza), IBM a construit primul PC în jurul unui singur oscilator care funcționa cu frecvența ciudată de 14,31818 MHz. Această frecvență a fost aleasă cu un motiv bine determinat: este exact de patru ori frecvența purtătoarei folosite pentru semnalele televiziunii în culori (3,58 MHz). Inginerii care au creat PC-ul original s-au gândit că asigurarea compatibilității cu sistemele de televiziune va fi un element important de proiectare pentru calculatoarele personale. Inginerii nu anticipau sistemele multimedia, ci căutau o modalitate simplă de afișare a imaginilor pe ecran. Atunci când primul PC a fost lansat pe piață, nu erau disponibile monitoare color ieftine (care nici nu erau necesare, deoarece aproape nu existau programe de grafică în culori). Proiectarea unor PC-uri care să funcționeze cu televizoarele color părea o cale rapidă de creare a graficii pentru calculator.

Ideea folosirii televizorului ca monitor nu a prins niciodată, dar frecvența de 14,31818 MHz a rămas, deși nu pentru circuite TV de pe placa de bază. Partea video a PC-urilor, chiar dacă afișarea se face pe monitoare sau televizoare obișnuite, are un oscilator propriu, separat de frecvența de 14,31818 MHz de pe placa de bază. Oscilatorul plăcii de bază este divizat până la 1,19 MHz, pentru a servi ca bază de timp circuitelor de contorizare a timpului.

La o examinare generală, s-ar părea că scopul urmărit în proiectarea oscilatorului primului PC a fost economia, nu flexibilitatea, versatilitatea sau utilitatea. În aceste sisteme, frecvența principală era divizată în nenumărate moduri, pentru obținerea tuturor valorilor necesare în calculator. Pe lângă frecvența video și baza de timp pentru contoare de timp și numărătoare, PC-ul împărțea frecvența aceluiași oscilator la trei ca să obțină frecvența de 4,77 MHz (semnalul de ceas folosit de microprocesorul calculatorului), determinând viteza de operare a microprocesorului. Același semnal de ceas sincroniza și toate operațiile logice din PC și din calculatoarele înrudite cu magistrală de opt biți.

Modelul cu un singur oscilator are o slăbiciune fundamentală. Încercați să schimbați orice frecvență, modificând oscilatorul, și *totul* se schimbă. De exemplu, dacă încercați să

accelerați microprocesorul, magistrala este accelerată la rândul ei, iar timpul zboară de parcă PC-ul ar fi sub efectul amfetaminei. Pentru evitarea unor asemenea efecte secundare a fost necesară folosirea mai multor baze de timp – mai multe oscilatoare – și producătorii de PC-uri au trecut repede la modelele cu ceasuri multiple.

În momentul lansării celei de-a doua generații de PC-uri, proiectanții separaseră ceasul de 14,31818 MHz de ceasul sistemului, fiecare funcționând cu un oscilator propriu, care putea fi modificat fără să îl afecteze pe celălalt. Acest model a condus la tot felul de probleme – supraaccelerarea ceasului fiind cel mai mare pericol – și a devenit piatra de temelie pentru proiectarea sistemelor moderne.

În acest stadiu al dezvoltării, ceasul magistralei și al microprocesorului încă erau sincronizate, deși contorul de timp de bază al sistemului a fost separat, funcționând cu propriul ceas și propriul cristal. Sincronizarea magistralei cu microprocesorul conducea inevitabil la probleme tehnologice. Dacă microprocesorul mergea mai repede, același lucru îl făcea și magistrala. Din nefericire, puține plăci de extensie puteau ține pasul la viteza fantastică de 12 MHz. Din acest motiv, atunci când a lansat primul model DeskPro 386, în 1987, Compaq a rupt legătura dintre ceasul magistralei și cel al microprocesorului. Prima dintre aceste mașini, care rula la 16 MHz, a separat ceasul microprocesorului și al memoriei în două, pentru operarea magistralei. După ce au fost separate, ceasul microprocesorului și al magistralei de extensie nu au mai fost reunite aproape niciodată.

IBM a experimentat folosirea magistralelor asincrone, cea mai remarcabilă încercare fiind făcută în 1987, cu modelul Micro Channel. În cazul magistralelor asincrone nu există nici o legătură matematică între cele două ceasuri, iar transmiterea datelor se bazează pe dialoguri de confirmare.

Totuși, din motive tehnice și legale, alți producători au considerat că este mai ușor să sincronizeze ceasul magistralei microprocesorului cu cel al magistralei de extensie. Deși magistrala PCI actuală poate să opereze asincron, cei mai mulți producători de PC-uri o sincronizează la o frecvență care este un submultiplu al ceasului folosit de microprocesor.

Atunci când microprocesoarele au început să depășească viteza memoriei, a apărut un nou ceas, în interiorul microprocesorului. Aceste ceasuri interne nu au oscilatoare proprii, ci multiplică o frecvență externă, furnizată cipului. În acest fel este garantată sincronizarea cu restul calculatorului.

Ca urmare, în PC-urile moderne magistrala de memorie și cea de extensie operează la viteze diferite, deși acestea sunt sincronizate. De exemplu, magistrala PCI la 33 MHz dintr-un PC la 500 MHz operează la exact o treime din viteza magistralei de memorie și o cincisprezecime din viteza microprocesorului.

În ciuda tuturor acestor schimbări și inovații, încă puteți găsi în PC-urile moderne un oscilator de 14,31818 MHz. Acest oscilator controlează *contorul de timp al sistemului* (system timer), care rulează la 1,19 MHz. Toate PC-urile conțin un contor de timp cu această frecvență, din motive de compatibilitate.

În total, într-un PC găsiți cel puțin cinci frecvențe diferite, fiecare putând fi numită de cineva „ceas“:

- Viteza microprocesorului
- Viteza magistralei externe (magistrala de memorie)
- Viteza magistralei de extensie

- Contorul de timp al sistemului
- Ceasul sistemului video

Desigur, PC-ul are și un ceas de timp real, care rulează cu un oscilator propriu – încă un ceas.

## Contoarele de timp

Contorul de timp al sistemului are trei funcții importante. Măsoară ora din zi, separat de ceasul dedicat, asigură impulsurile de ceas pentru circuitele de reîmprospătare a memoriei și generează sunetele emise de micile difuzoare ale PC-urilor fără posibilități multimedia. Proiectarea contorului de timp al sistemului pune aceste funcții la dispoziția programatorilor, care erau, la un moment dat, nu numai cei care care scriau aplicații, ci și utilizatori obișnuiți care doreau să se joace cu calculatorul.

Primul PC folosea pentru aceste funcții un cip simplu, mai precis circuitul integrat 8253. Deși cipul 8253 ar arăta la fel de ciudat într-un PC ca o afumătoare sau un bici de trăsură, funcțiile acestuia există încă, fiind îndeplinite de un set de cipuri, fără o diferențiere clară. Contorul de timp al sistemului numără impulsurile generate de ceasul de 1,19 MHz al sistemului și le divizează până când obține frecvența necesară – de exemplu, pentru generarea unui semnal sonor cu tonalitatea dorită.

Contorul de timp funcționează simplu. Încărcați un registru intern al cipului cu o valoare și acesta numără impulsurile primite până la valoarea respectivă. La atingerea valorii din registru, cipul trimite la ieșire un impuls și reia numărătoarea. Dacă încărcați registrul cu valoarea 2, cipul va trimite la ieșire un semnal cu frecvența egală cu jumătate din frecvența semnalului de intrare. Dacă valoarea din registru este 1000, semnalul de ieșire are frecvența egală cu 1/1000 din frecvența semnalului de intrare. În acest mod de lucru, cipul poate să genereze o întrerupere la orice interval definit de utilizator. Deoarece cea mai mare valoare pe care puteți să o încărcați într-un registru de 16 biți este 216, adică 65.536, cel mai mare interval de timp pe care îl poate măsura acest cip este 0.055 secunde, adică 1,19 MHz împărțit la 65.536.

De fapt, cipul 8253 are șase moduri de lucru, toate fiind păstrate și în PC-urile moderne. Tabelul 6.1 prezintă aceste moduri de lucru.

**Tabelul 6.1** Modurile de lucru ale cipului 8253

| *Mod de lucru* | *Nume* | *Operare* |
|---|---|---|
| 0 | Interrupt on Terminal Count | Contorul este încărcat cu o valoare și numără descrescător de la valoarea respectivă până la zero, cu o unitate la fiecare impuls de ceas. |
| 1 | Hardware Retriggerable One-Shot | Un impuls de declanșare (trigger) determină trecerea ieșirii contorului la valoarea 0 logic; în momentul în care contorul ajunge la zero, ieșirea cipului ia valoarea 1 logic și rămâne la această valoare până la reinițializarea contorului de timp. Procesul se repetă la primirea fiecărui semnal de declanșare. Lungimea impulsurilor de ieșire este stabilită prin scrierea în regiștrii cipului, înainte de primul ciclu, a unui cuvânt de control și a valorii inițiale de la care se face numărătoarea. |
| 2 | Rate Generator | Contorul divizează frecvența de intrare cu o valoare încărcată inițial în registrul cipului. |

| *Mod de lucru* | *Nume* | *Operare* |
|---|---|---|
| 3 | Square Wave | Produce o serie de impulsuri dreptunghiulare cu perioada egală cu o valoare încărcată inițial (măsurată în impulsuri de ceas). |
| 4 | Software Retriggerable Strobe | Contorul numără descrescător ciclurile de ceas pornind de la valoarea încărcată inițial în registru, apoi trimite un impuls la ieșire. Următorul ciclu este declanșat prin software. |
| 5 | Hardware Retriggerable Strobe | Contorul numără descrescător ciclurile de ceas pornind de la valoarea încărcată inițial în registru, apoi trimite un impuls la ieșire. Următorul ciclu este declanșat printr-un impuls generat hardware. |

Semnalul pentru ceasul de timp real din PC-ul original folosea circuitul 8253 pentru măsurarea celui mai lung interval de incrementare, generând impulsuri cu o frecvență de 18,2 pe secundă. Impulsurile generau întreruperi de timp real, folosite de PC pentru măsurarea timpului. Aceste întreruperi pot fi folosite și de programele care trebuie să verifice la intervale regulate operațiile calculatorului (de exemplu, un program care consultă ceasul de timp real ca să determine dacă este momentul să apeleze printr-o linie telefonică un calculator aflat la distanță).

Secțiunea contorului de timp destinată difuzorului funcționează în același fel, generând o formă de undă dreptunghiulară, transmisă printr-un amplificator către difuzorul intern al PC-ului pentru producerea unor sunete primitive. Programele pot să modifice parametrii cipului ca să modifice tonalitatea sau, printr-o programare inteligentă, chiar timbrul sunetului.

În PC-urile moderne, controllerul de memorie din setul de cipuri, nu contorul de timp al sistemului, controlează operațiile de reîmprospătare a memoriei. În rest, funcțiile contorului de timp au rămas aceleași de la primele PC-uri.

## Ceasul de timp real

Primele PC-uri măsurau timpul numai atât timp cât funcționau, pur și simplu numărând impulsurile generate de contoarele de timp. De fiecare dată când era încărcat, PC-ul vă cerea să introduceți ora curentă. Pentru a vă elibera de această sarcină împovărătoare, toate PC-urile produse după 1984 au un ceas de timp real inclus în circuitele de suport. Toate ceasurile de timp real integrate în calculator au la origine un cip specific, Motorola MC146818, pe care IBM l-a ales în acel an pentru PC. Pe lângă funcția de măsurare a timpului, acest cip conține și memoria CMOS în care sunt stocate informațiile de configurare a sistemului.

Ceasurile din PC-urile actuale fie sunt integrate în seturile de cipuri, fie folosesc un modul dedicat, având la origine cipul MC146818, deși PC-urile actuale folosesc o memorie CMOS mai mare. De exemplu, modulul Dallas 12887A (sau una dintre variantele acestuia) este des întâlnit pe plăcile de bază moderne.

Bazate pe circuite CMOS cu consum mic de energie, alimentate de o baterie chiar și atunci când PC-ul este oprit, ceasul de timp real funcționează continuu, indiferent dacă sistemul este pornit sau oprit.

Ceasurile de timp real au propria bază de timp, de obicei asigurată de un oscilator integrat în cip, independent de celelalte ceasuri din PC. Ceasul de timp real are nevoie

de o bază de timp proprie, deoarece nici unul dintre celelalte oscilatoare din PC nu funcționează atunci când opriți calculatorul.

Deși ceasul de timp real ar trebui să fie la fel de precis ca și un ceas digital (de fapt, circuitele acestuia sunt chiar un ceas digital, sub o altă formă), multe PC-uri compatibile indică timpul la fel de precis ca un copil de patru ani. Deși un oscilator cu cuarț este un dispozitiv excelent pentru păstrarea unei frecvențe constante, este posibil ca frecvența respectivă să nu fie cea mai bună pentru măsurarea timpului. Unele PC-uri au trimere (condensatori variabili) pentru ajustarea frecvenței ceasului de timp real, dar uneori producătorii nu se obosesc să le regleze corect.

În multe PC-uri, un trimer montat în serie cu cristalul de cuarț permite producătorului – sau oricui știe să folosească o șurubelniță – să modifice frecvența de rezonanță a oscilatorului. Ajustarea condensatorului poate aduce ceasul mai aproape – sau mai departe – de realitate. (Puteți să identificați trimerul dacă vă uitați după un condensator cilindric cu o mică fantă pe centru, în apropierea cristalului de ceas – de obicei este singurul evaluat în kiloherți, nu în megaherți.)

Ceasurile de timp real din multe PC-uri sunt sensibile și la tensiunea bateriei. Atunci când bateria de siguranță a circuitelor CMOS este aproape consumată, este posibil ca ceasul de timp real să o ia razna. Dacă PC-ul dumneavoastră a măsurat corect timpul pentru o perioadă (luni sau ani) apoi, deodată, indică timpul cu o eroare de ordinul zilelor sau orelor, încercați să înlocuiți bateria de alimentare a cipului CMOS.

O eroare internă poate conduce la indicarea incorectă a timpului, ceasul sărind una sau mai multe zile atunci când sistemul de operare nu citește ceasul timp de câteva zile – de exemplu, atunci lăsați PC-ul pornit la sfârșitul săptămânii. Pentru a semnaliza sistemului de operare al PC-ului că data s-a schimbat, codul BIOS marchează un bit indicator pe care programele sau sistemul de operare îl verifică atunci când citesc ceasul. Dacă văd indicatorul, acestea trec la ziua următoare. Un singur bit de indicare poate să semnalizeze numai trecerea unei singure zile, și dacă au trecut mai multe zile de la ultima verificare a ceasului, programele vor incrementa data cu o singură zi, nu cu numărul de zile trecute în realitate. Aceasta era o problemă pentru sistemele de operare dinainte de Windows, care nu făceau nimic atunci când dumneavoastră nu făceați nimic. În cazul sistemelor de operare Windows actuale, ceasul este verificat de mai multe ori pe zi, așa că problema nu mai apare.

Ceasul de timp real instalat în primele PC-uri avea o alarmă integrată și această funcție a fost păstrată și pentru ceasurile de timp real din PC-urile actuale. Ca și restul ceasului de timp real, alarma funcționează pe baza bateriei, așa că poate să opereze și atunci când calculatorul este oprit. În acest fel, alarma poate să genereze o întrerupere într-un anumit moment de timp, pentru pornirea sau oprirea unui program ori proces. În unele sisteme, alarma poate chiar să pornească PC-ul la o oră prestabilită. Copiați un fișier WAV cu imnul național în dosarul de pornire și obțineți un ceas deșteptător patriotic.

Citirea ceasului de timp real al PC-ului se face prin același proces în două etape, folosit pentru citirea sau scrierea informațiilor de configurare BIOS. Ceasul este adresat prin aceleași porturi I/O ca și memoria de configurare: un port – 070(Hex) – pentru stabilirea locației de scriere sau citire și un port – 071(Hex) – pentru scrierea sau citirea valorii.

## Controlul întreruperilor

Microprocesoarele Intel înțeleg două tipuri de întreruperi – software și hardware.

O *întrerupere software* este o instrucțiune specială care controlează funcționarea microprocesorului. În locul unei adunări sau scăderi ori al oricărei alte operații, o

întrerupere software determină execuția programului să treacă temporar la o altă secțiune de cod din memorie.

O *întrerupere hardware* are același efect, dar este controlată de un semnal special din afara fluxului normal de date. Singura problemă este că microprocesorul recunoaște mult mai puține întreruperi hardware decât ar fi necesare – microprocesorul nu are decât două linii de întrerupere. Una dintre aceste linii are un rol special – întreruperea nemascabilă (Non-Maskable Interrupt). A doua linie este folosită în comun de toate celelalte întreruperi.

Pentru a extinde posibilitățile sistemului de întreruperi, PC-urile folosesc un *controller de întreruperi*, care gestionează mai multe semnale de întrerupere și stabilește ordinea în care sunt deservite acestea. Deși în primele PC-uri acesta era un cip separat, 8259A, funcțiile controllerului de întreruperi au fost demult preluate de seturile de cipuri.

Primul controller de întreruperi avea o mare deficiență: nu recunoștea decât opt întreruperi. Chiar și cerințele primelor PC-uri au depășit repede oferta disponibilă. În a doua generație de PC-uri, IBM a adăugat încă un controller de întreruperi, tot un cip 8259A, pentru a dubla numărul de întreruperi. Inginerii de la IBM au instalat al doilea controller în cascadă cu primul. Aceasta înseamnă că toate întreruperile celui de-al doilea cip trec printr-o singură întrerupere a primului cip.

Magistrala PCI nu folosește această structură de întreruperi, înlocuind-o cu un nou model. Totuși, toate PC-urile care păstrează magistrala moștenită ISA – ceea ce, în prezent, înseamnă aproape toate PC-urile – imită acest model din motive de compatibilitate.

## Alocare și priorități

Fiecărei întreruperi îi este alocată o prioritate, cea mai importantă fiind deservită înaintea celei cu importanță mai mică. În PC-ul original, cu opt întreruperi, cu cât numărul alocat unei întreruperi era mai mic, cu atât mai mare era prioritatea acesteia. În modelul actual, cu întreruperi pe două niveluri, această regulă nu mai este respectată.

În modelul actual de conectare în cascadă, al doilea controller de întreruperi este conectat la primul controller prin intrarea cu numărul doi. Ca urmare, *toate* întreruperile celui de-al doilea controller (numerotate de la 8 la 15) au prioritate mai mare decât întreruperile cu numere mai mari de doi de pe primul cip. Prioritățile hardware ale întreruperilor din PC-urile actuale sunt prezentate în Tabelul 6.2.

**Tabelul 6.2** Prioritățile întreruperilor hardware

| |
|---|
| 0 (prioritatea cea mai mare) |
| 1 |
| 8 |
| 9 |
| 10 |
| 11 |
| 12 |
| 13 |
| 14 |
| 15 |

*continuare*

**Tabelul 6.2** Continuare

| |
|---|
| 3 |
| 4 |
| 5 |
| 6 |
| 7 (prioritatea cea mai mică) |

În urma înlocuirii întreruperii numărul doi, funcțiile acesteia au fost atribuite unuia dintre noile canale de întreruperi, respectiv celui cu numărul nouă. Întreruperea funcționează la fel ca și înainte de această schimbare, cu diferența că semnalul traversează două controllere în loc de unul înainte ca întreruperea să intre în acțiune. În ciuda noului număr, întreruperea numărul nouă funcționează ca și întreruperea numărul doi din PC-uri, cu aceeași prioritate și activată de aceeași linie de control din magistrala de extensie.

În limitele hardware discutate în secțiunile următoare în acest capitol, orice întrerupere poate fi alocată oricărui dispozitiv. Totuși, în istoria PC-urilor a fost pus la punct un anumit grad de standardizare. În cea mai mare parte, industria calculatoarelor a păstrat modul de alocare a întreruperilor stabilit de IBM pentru modelul Personal Computer AT, în 1984. Tabelul 6.3 prezintă alocarea originală a întreruperilor în sistemul AT.

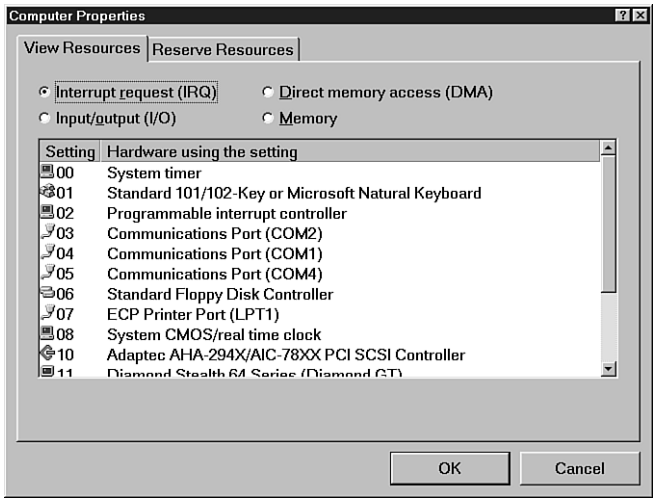
**Tabelul 6.3** Alocarea întreruperilor pentru sistemele AT

| *Numărul întreruperii* | *Funcție* |
|---|---|
| IRQ0 | Valoarea 0 la ieșirea contorului de timp |
| IRQ1 | Tastatură (buffer plin) |
| IRQ2 | Intrare în cascadă de la întreruperea IRQ9 |
| IRQ3 | Portul serial 2; portul serial 4; comunicații SDLC; comunicații BSC; adaptor de cluster; rețea (alternativă); 3278/79 (alternativă) |
| IRQ4 | Portul serial 1; portul serial 3; comunicații SDLC; comunicații BSC; adaptor pentru comunicații vocale |
| IRQ5 | Portul paralel 2, audio |
| IRQ6 | Controller de dischetă |
| IRQ7 | Portul paralel 1; adaptor de cluster (alternativă) |
| IRQ8 | Ceas de timp real |
| IRQ9 | Redirecționată software la INT 0A(Hex); video; rețea; adaptor 3278/79 |
| IRQ10 | Rezervată |
| IRQ11 | Rezervată |
| IRQ12 | Rezervată, mouse integrat |
| IRQ13 | Coprocesor |
| IRQ14 | Controller de disc principal (IDE) |
| IRQ15 | Controller de disc secundar |

Apariția magistralei de extensie PCI și a sistemului de configurare Plug-and-Play a schimbat modul în care PC-urile și programele tratează întreruperile. Sistemul Plug-and-Play poate face automat alocările necesare fără să țină seama de valorile tradiționale. În aceste sisteme, valorile întreruperilor și prioritățile rezultate sunt alocate dinamic atunci când PC-ul se configurează singur. Valorile depind de combinația de dispozitive hardware instalate în sistem. Deși etapele standardizate ale procedurii de configurare Plug-and-Play determină alocarea acelorași întreruperi pentru aceleași dispozitive dintr-un PC de fiecare dată când PC-ul este încărcat, nu este obligatoriu ca lucrurile să se întâmple astfel. Întreruperile *ar putea* să se schimbe zilnic (deși, de obicei, acest lucru nu se întâmplă). Ca urmare, tabelul tradițional de alocare a întreruperilor – sau orice alt sistem de alocare fixă a întreruperilor – nu are nici un sens în lumea configurărilor Plug-and-Play.

Dacă vreți să știți cum sunt alocate de fapt întreruperile la un moment dat, singura cale este să verificați sistemul în momentul respectiv. Dacă rulați sub Windows 95 sau 98, puteți să aruncați o privire. Dacă vreți să vedeți alocarea reală a întreruperilor, trebuie să consultați gestionarul de dispozitive (Device Manager), selectând pictograma System din panoul de control (Control Panel). Selectați opțiunea Computer din meniul de dispozitive și executați clic pe butonul Properties. Selectați butonul radio Interrupt request (IRQ) de pe pagina View Resources (Vizualizare resurse) – ecranul care apare în mod prestabilit – și veți vedea lista alocării reale a întreruperilor folosite de PC-ul dumneavoastră, asemănătoare cu cea prezentată în Figura 6.1.

**FIGURA 6.1**
*Programul Device Manager din Windows 95 și 98, prezentând lista alocării reale de întreruperi.*




În vremurile configurărilor hardware, când puteați să selectați întreruperea alocată unui dispozitiv folosind jumpere, puteați să alocați o întrerupere cu valoare mai mică unui dispozitiv care doreați să aibă o prioritate mai mare. Configurarea Plug-and-Play automată nu vă mai oferă această posibilitate. În general, prioritățile întreruperilor nu creează diferențe mari, deoarece întreruperile apar rareori simultan și cele mai multe rutine de deservire a întreruperilor durează prea puțin ca să puteți sesiza diferențele.

Câteva alocări de întreruperi nu pot fi modificate. În toate sistemele, patru întreruperi nu pot fi folosite pentru dispozitivele de extensie. Acestea sunt IRQ0, folosită de contorul de timp; IRQ1, folosită pentru controllerul de tastatură; IRQ2, folosită ca intrare în cascadă pentru întreruperile cu numere mai mari (redirectată la întreruperea 9) și IRQ8, folosită pentru ceasul de timp real. În plus, toate PC-urile moderne sunt echipate cu micropro-

cesoare care conțin unități în virgulă mobilă sau acceptă instalarea unor coprocesoare externe, pentru care este folosită întreruperea IRQ13.

## Partajarea întreruperilor

Nu toate dispozitivele folosite în PC-uri au nevoie de întreruperi, dar în primele zile ale PC-urilor, cele care aveau nevoie primeau o întrerupere dedicată. Numai dispozitivul respectiv putea să folosească întreruperea care îi era alocată. Deși 15 întreruperi pot părea destul de multe, numărul nu este suficient de mare pentru a dedica o întrerupere fiecărui dispozitiv dintr-un PC modern. Ca urmare, încă din 1987, partajarea întreruperilor a devenit o problemă importantă pentru proiectanții de calculatoare. La început, PC-urile nu partajau foarte bine întreruperile. Acum o fac mai bine, dar încă apar probleme.

Dacă o întrerupere este partajată, toate dispozitivele care partajează întreruperea respectivă folosesc aceeași linie hardware pentru trimiterea semnalelor către microprocesor. Codul software sau firmware care manipulează întreruperile direcționează apoi microprocesorul pentru executarea acțiunilor cerute de dispozitivul care a lansat întreruperea. Codul de manipulare a întreruperii face diferența între dispozitivele care partajează întreruperea, astfel încât este executată numai rutina de deservire corespunzătoare.

Deși sortarea întreruperilor partajate este făcută de codul software sau firmware, magistrala de extensie a PC-ului trebuie să fie special proiectată pentru a permite partajarea în siguranță a întreruperilor. Magistralele mai vechi, precum magistrala moștenită ISA, folosesc *întreruperi declanșate pe front* (edge-triggered), o tehnică predispusă la apariția problemelor legate de partajarea întreruperilor. Sistemele moderne folosesc o altă tehnologie, *întreruperi sensibile la nivel* (level-sensitive), care evită unele dintre problemele tehnicii mai vechi.

O întrerupere declanșată pe front anunță apariția unei condiții de întrerupere prin tranziția nivelului de tensiune al liniei de cerere a întreruperii de la o stare la alta. În acest caz este semnificativă numai starea de tranziție – porțiunea laterală a formei de undă. Este suficient ca semnalul de întrerupere să fie doar un impuls, după care linia nu mai este folosită. O problemă apare dacă un al doilea dispozitiv trimite un alt impuls pe linia de întrerupere înainte ca prima întrerupere să fie complet prelucrată. Sistemul poate să piardă urma întreruperilor pe care le deservește.

O întrerupere sensibilă la nivel semnalează apariția unei condiții de întrerupere prin schimbarea nivelului de tensiune al liniei de cerere a întreruperii – de exemplu de la zero la unu logic. Starea liniei este menținută pe toată durata prelucrării întreruperii. Aceasta înseamnă că linia este blocată în timpul prelucrării întreruperii, așa că nici un alt dispozitiv nu poate trimite semnale pe linia respectivă. Deși ar părea că un dispozitiv ocupă linia de întrerupere și nu o partajează, prezența unui semnal pe linie semnalează celorlalte dispozitive că trebuie să aștepte înainte de a trimite propriile cereri de întrerupere. În acest fel este mai puțin probabil ca întreruperile să fie confundate.

## Întreruperile serializate

Magistrala PCI a modificat în întregime sistemul de întreruperi, rupând în sfârșit legătura de 20 de ani cu primul PC. Magistrala PCI nu folosește vechiul controller de întreruperi compatibil AT, ci conține circuite proprii pentru controlul întreruperilor în puntea gazdă din setul de cipuri PCI.

Sistemul PCI folosește patru linii de întreruperi, funcțiile fiecăreia fiind stabilite de proiectantul plăcilor de extensie individuale. Specificațiile PCI nu limitează modul de

folosire a semnalelor de întrerupere (acesta fiind stabilit de driverul care deservește placa de extensie respectivă), dar specifică folosirea întreruperilor sensibile la nivel, astfel încât cele patru semnale să poată fi partajate în siguranță.

Datorită modului în care este proiectat sistemul PCI, lipsa vechilor semnale IRQ poate să genereze o problemă. În arhitectura PCI standard, magistrala de compatibilitate (ISA) este legată de microprocesorul gazdă prin magistrala PCI și prin puntea gazdă a acestuia. Semnalele IRQ nu pot fi transmise direct prin acest canal, deoarece nu sunt definite în specificațiile PCI. Pentru adaptarea vechiului sistem IRQ la arhitectura PCI, un număr de producători de PC-uri și de seturi de cipuri, printre care Compaq, Cirrus Logic, National Semiconductor, OPTi, Standard Microsystems, Texas Instruments și VLSI Technology, au dezvoltat un standard numit suport pentru cereri de întrerupere serializate în sisteme PCI *(serialized IRQ support for PCI systems)*.

Sistemul de întreruperi serializate se bazează pe un semnal special, numit *IRQSER*, care codifică toate întreruperile disponibile sub forma unor serii de impulsuri. Printr-o serie lungă de impulsuri, numită *ciclu IRQSER*, prin canalul PCI sunt transmise informații despre starea tuturor întreruperilor.

Ciclul IRQSER începe cu transmiterea pe linia IRQSER a unui impuls extins, care poate să dureze de la patru la opt cicluri ale ceasului PCI (care are frecvența nominală de 33 MHz, dar poate fi mai lent în sistemele cu ceasuri de magistrală mai lente). După o întârziere de două perioade de ceas PCI, ciclul IRQSER este împărțit în două cadre, fiecare având trei perioade de ceas. Fiecare cadru codifică starea unei întreruperi – dacă semnalul IRQSER conține un impuls în timpul primei treimi a cadrului, înseamnă că întreruperea asociată cadrului respectiv este activă. Tabelul 6.4 prezintă întreruperile asociate fiecărei poziții de cadru.

**Tabelul 6.4** Codarea cadrelor de întreruperi serializate pentru sistemele PCI

| *Întreruperea codată* | *Poziția cadrului* | *Cicluri de ceas de la pornire* |
|---|---|---|
| IRQ0 | 1 | 2 |
| IRQ1 | 2 | 5 |
| SMI# | 3 | 8 |
| IRQ3 | 4 | 11 |
| IRQ4 | 5 | 14 |
| IRQ5 | 6 | 17 |
| IRQ6 | 7 | 20 |
| IRQ7 | 8 | 23 |
| IRQ8 | 9 | 26 |
| IRQ9 | 10 | 29 |
| IRQ10 | 11 | 32 |
| IRQ11 | 12 | 35 |
| IRQ12 | 13 | 38 |
| IRQ13 | 14 | 41 |

*continuare*

**Tabelul 6.4** Continuare

| *Întreruperea codată* | *Poziția cadrului* | *Cicluri de ceas de la pornire* |
|---|---|---|
| IRQ14 | 15 | 44 |
| IRQ15 | 16 | 47 |
| IOCHCK# | 17 | 50 |
| INTA# | 18 | 53 |
| INTB# | 19 | 56 |
| INTC# | 20 | 59 |
| INTD# | 21 | 62 |
| Nealocate | 22 la 32 | 65 la 95 |

Pe lângă cele 16 semnale IRQ folosite de vechiul sistem de întreruperi, schema de întreruperi serializate folosită de sistemele PCI transmite și date despre starea întreruperii pentru gestionarea sistemului (system management interrupt – SMI#) și a întreruperii de intrare/ieșire (I/O check – IOCHCK#), patru întreruperi PCI native și zece valori nealocate, care pot fi folosite de proiectanții sistemului. Conform schemei de întreruperi serializate, ultimele 14 cadre sunt opționale.

Ciclul IRQSER se termină cu un semnal de stop, un impuls pe linia de semnal IRQSER care durează două sau trei cicluri de ceas PCI, în funcție de modul de operare al sistemului de întreruperi serializate.

Sistemul PCI de întreruperi serializate este doar un mijloc de transportare a datelor. Acesta transferă datele prin magistrala PCI și le livrează microprocesorului și circuitelor de suport ale acestuia. Informațiile despre vechile semnale IRQ sunt livrate unui controller de întreruperi convențional, 8259A, sau unui circuit echivalent din setul de cipuri al microprocesorului. După ce ajung la controller, întreruperile sunt manipulate prin modalitățile standard.

Deși schema PCI de partajare a întreruperilor contribuie la eliminarea unor probleme de configurare, unele sisteme au alte dificultăți. De exemplu, unele PC-uri forțează sistemele video și audio să partajeze întreruperile. Orice rutină video care generează o întrerupere, cum ar fi derularea unei ferestre, va întrerupe temporar redarea audio. Este posibil ca efectele audio să nu poată fi ascultate. Soluția este să realocați una dintre întreruperi, dacă sistemul vă permite.

## Accesul direct la memorie

Cea mai bună cale de creștere a performanțelor sistemului este reducerea sarcinilor „casnice" ale microprocesorului gazdă. Una dintre operațiile care consumă cel mai mult timp este mutarea blocurilor de memorie în interiorul calculatorului – de exemplu, transferarea octeților de pe hard-disc (unde aceștia sunt stocați) prin controllerul de hard-disc, în memoria principală (de unde pot fi folosiți de microprocesor). Modul actual de proiectare permite PC-urilor să transfere această sarcină cipurilor de suport și plăcilor de extensie (prin transferarea controlului asupra magistralei, de exemplu). Înaintea acestor inovații, pe vremea când microprocesorul deținea controlul total asupra PC-ului, inginerii au dezvoltat tehnologia de acces direct la memorie (Direct Memory Access sau

DMA), care reduce încărcarea microprocesorului și permite unui dispozitiv special, numit *controller DMA*, să gestioneze unele transferuri între dispozitive și memorie. Tehnologia DMA a fost o parte integrală a modelului de magistrală ISA. Deși magistrala PCI nu include caracteristicile DMA și, în curând, sloturile ISA vor dispărea cu desăvârșire din noile PC-uri, tehnologia DMA supraviețuiește în circuitele plăcii de bază și în interfața de disc ATA. Ca urmare, funcțiile DMA au fost păstrate până la cele mai moderne seturi de cipuri.

Tehnologia DMA funcționează prin intermediul unui controller DMA. Acest cip specializat trebuie să știe doar locul din care trebuie luați octeții, adresa la care urmează să fie transferați și numărul de octeți care trebuie mutați. După ce primește aceste informații de la microprocesor, controllerul DMA preia comanda și face toată munca de rutină. Operațiile DMA pot fi folosite și pentru transferarea datelor între dispozitivele de intrare/ieșire și memorie. Teoretic, operațiile DMA pot fi folosite și pentru transferarea datelor între diferite locații de memorie, deși acest mod de lucru nu a fost implementat pentru PC-uri.

## Alocarea

Ca și alte aspecte ale proiectării circuitelor, modelul sistemelor DMA pentru PC-urile moderne are la origine primul model IBM, din motive de compatibilitate. Modelul de bază pune la dispoziție patru canale DMA separate, fiecare cu o lățime de opt biți, care pot fi folosite independent pentru transferarea datelor în memorie. În modelul original, unul dintre aceste canale era rezervat pentru sistemul de reîmprospătare a memoriei. Celelalte trei canale sunt disponibile pe magistrala ISA.

Sistemul DMA actual oferă șapte canale, având la origine modelul adoptat de IBM pentru sistemele Personal Computer AT, în 1984. Ca și în cazul sistemului de întreruperi, IBM a dublat numărul canalelor DMA disponibile, prin montarea în cascadă a unui al doilea cip. În plus, IBM a crescut lățimea magistralei sistemului DMA la 16 biți, deși a menținut compatibilitatea cu operarea pe opt biți a canalelor originale.

De-a lungul anilor, în proiectarea sistemelor au apărut ciudățenii care au limitat utilitatea sistemului DMA. De exemplu, multe dintre primele mașini limitau accesul sistemului DMA la primii 16 MB de memorie. Mai mult, implementarea tehnologiei DMA în multe sisteme (cum ar fi primele mașini IBM AT) s-a dovedit deficitară și atât de lentă încât multe sisteme au abandonat folosirea tehnicii DMA pentru transferurile de pe disc. În prezent, tehnologia DMA permite interfeței ATA pentru unitățile de hard-disc să folosească moduri mai rapide de transfer.

PC-urile moderne folosesc seturi de cipuri care emulează funcționarea celor două cipuri din arhitecturile clasice, deși, deseori, toate cele șapte canale sunt implementate pe 16 biți. Tabelul 6.5 rezumă funcțiile alocate de obicei celor șapte canale DMA.

**Tabelul 6.5** Alocarea canalelor DMA pe plăcile de bază moderne

| *Canal DMA* | *Lățime* | *Funcție* |
|---|---|---|
| 0 | 8 sau 16 biți | Audio |
| 1 | 8 sau 16 biți | Audio sau LAN |
| 2 | 8 sau 16 biți | Dischetă |
| 3 | 8 sau 16 biți | Port ECP/EPP |

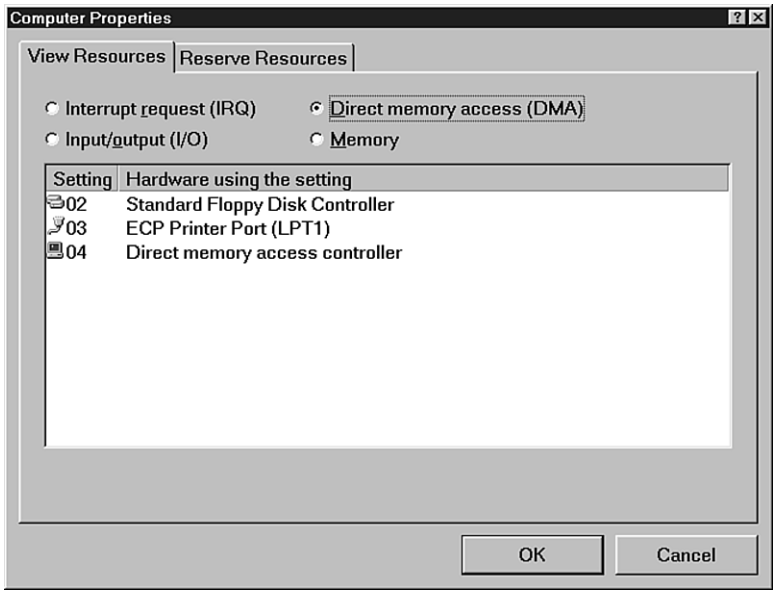
*continuare*

**Tabelul 6.5** Continuare

| *Canal DMA* | *Lățime* | *Funcție* |
|---|---|---|
| 4 | 16 biți | Canal pentru legare în cascadă |
| 5 | 16 biți | Nealocat |
| 6 | 16 biți | Nealocat |
| 7 | 16 biți | IDE ISA |

Dacă sunteți curios, Windows 95 sau 98 vă pot arăta cum se face de fapt alocarea canalelor DMA în PC-ul dumneavoastră. Ca să vedeți modul de alocare a canalelor DMA, consultați gestionarul de dispozitive (Device Manager), selectând pictograma System din panoul de control (Control Panel). Selectați opțiunea Computer din meniul de dispozitive și executați clic pe butonul Properties. Selectați butonul radio Direct Memory Access (DMA) de pe pagina View Resources (Vizualizare resurse) și veți vedea lista alocării reale a canalelor DMA, asemănătoare cu cea prezentată în Figura 6.2.

**FIGURA 6.2**
*Programul Device Manager din Windows 95 sau 98, prezentând lista alocării reale a canalelor DMA.*




În general, taskurile individuale folosesc la un moment dat un singur canal DMA. Chiar dacă rulați simultan mai multe programe, nimic nu se schimbă sub Windows 95 sau 98. Deoarece folosesc intrări/ieșiri serializate, aceste sisteme de operare prelucrează o singură operație de intrare/ieșire la un moment dat, apoi trec la următoarea operație. De fapt, este disponibilă o singură cale de date. Numai în situații rare, această cale de date are canale DMA la ambele capete (ceea ce înseamnă că sunt folosite simultan două canale DMA). Windows NT și 2000 nu au asemenea restricții, așa că pot să prelucreze simultan mai multe operații de intrare/ieșire și să folosească mai multe canale DMA.

Mult timp, circuitele DMA au suferit probleme minore. Câteva dintre primele PC-uri au fost echipate cu cipuri DMA (de tip 8237A) defecte, care nu permiteau decât folosirea unui singur canal DMA la un moment dat, ceea ce împiedica funcționarea corespunzătoare a unor programe pentru salvări de siguranță. PC-urile moderne, care

emulează cipul 8237A în seturile de cipuri, nu au astfel de probleme. Controllerul de dischetă NEC 765 și unele seturi de cipuri care folosesc modelul acestuia pentru controlul unității de dischetă, fără să adauge un buffer de date, pot uneori să piardă un octet de date, din cauza unei erori în sincronizarea circuitelor DMA.

### Suportul DMA distribuit

Ca și în cazul lipsei vechilor semnale IRQ, lipsa semnalelor dedicate DMA din modelele PCI poate cauza probleme de compatibilitate pentru dispozitivele care au nevoie de aceste linii. Ca urmare, aceleași companii care au pus la punct sistemul de întreruperi serializate au publicat și o metodă de implementare a tehnologiei DMA în sistemele PCI, numită *suport DMA distribuit pentru sistemele PCI* (distributed DMA support for PCI systems).

Această tehnică se bazează pe circuite integrate în puntea PCI, care funcționează ca un *master DMA*. Atunci când un program sau sistemul de operare fac o cerere pentru un transfer DMA, semnalul este interceptat de circuitul DMA master. Acesta transformă semnalele destinate controllerului DMA 8237 din PC-urile mai vechi în semnale compatibile cu modelul PCI. Aceste semnale sunt transferate prin magistrala PCI către un circuit DMA slave, care poate fi, la rândul său, conectat la magistrala compatibilă ISA, magistrala PCMCIA, unitățile de disc sau la porturile de intrare/ieșire din sistem. Circuitul DMA slave interpretează instrucțiunile primite de la masterul DMA și le execută ca și cum ar fi un controller DMA obișnuit.

Cu alte cuvinte, pentru programele rulate, circuitul DMA master funcționează ca o pereche de controllere DMA 8237A. Componentele hardware văd circuitul DMA slave ca și cum ar fi cipul 8237A care deține controlul. Transformarea semnalelor care face posibil acest mod de operare este asigurată de puntea PCI din setul de cipuri.

## Interfața cu magistrala

În primele PC-uri, legătura dintre microprocesor și magistrala de extensie era asigurată de circuite simple de conversie – demultiplexoare și buffere. Pe măsură ce modelele au devenit mai complicate, gestionarea magistralei a devenit o funcție acaparatoare, limitând performanțele celorlalte operații. Ca urmare, proiectanții au transferat această sarcină mai întâi unor cipuri dedicate, numite *controllere de magistrală*, apoi setului de cipuri integrat. Capitolul 7, „Magistrala de extensie“, discută în detaliu funcționarea magistralei.

*Puntea PCI* din setul de cipuri manipulează toate funcțiile magistralei PCI. Sistemele care păstrează sloturi ISA, din motive de compatibilitate, le controlează prin cipul punții de sud.

## Gestionarea energiei

Pentru economisirea consumului de energie în vederea respectării standardelor Energy Star sau pentru prelungirea autonomiei de funcționare pe baterie, cele mai multe seturi de cipuri – și în special cele proiectate pentru PC-uri notebook – asigură posibilități de gestionare a consumului de energie. Acestea includ atât controlul manual al consumului, care vă permite să reduceți viteza de funcționare a PC-ului sau să îi suspendați funcționarea, cât și control automat, care reduce consumul atunci când nu folosiți activ sistemul pentru o perioadă predeterminată.

De obicei, atunci când trece în starea de „așteptare“ (standby), setul de cipuri cere microprocesorului să treacă în modul de funcționare cu consum redus, încetinește viteza de rotire a discului și deconectează monitorul. În acest mod de lucru, din setul de cipuri rămân active circuitele care monitorizează alarmele, cererile de comunicații (apeluri

telefonice sau prin fax) și accesul prin rețea. În modul „suspendat“ setul de cipuri este deconectat până când îl reactivați și întreg PC-ul intră într-o stare vegetativă.

Prin proiectare, cele mai multe seturi de cipuri noi se conformează unei varietăți de standarde. Acestea folosesc modul de gestionare a sistemului (System Management Mode) oferit de microprocesoarele Intel mai noi și folosesc întreruperi pentru controlul consumului de energie. De asemenea, seturile de cipuri trebuie să respecte ultima versiune a standardului Advanced Power Management, respectiv versiunea 1.1 (vezi secțiunea „Gestionarea avansată a energiei“, în Capitolul 25, „Alimentarea“).

# Controlul memoriei

La un moment dat, pentru adăugarea memoriei la un microprocesor, nu era nevoie decât de cipurile de memorie și de un decodor de adrese care să translateze metoda de adresare a microprocesorului într-o formă compatibilă cu cipurile de memorie. Sistemul de memorie al PC-urilor moderne seamănă mai mult cu un robot de bucătărie, cu tot felul de accesorii. Seturile de cipuri actuale trebuie să se ocupe nu numai de adresare, ci și de reîmprospătare, actualizarea cache-ului și tratarea eventualelor erori apărute.

Deoarece memoria este una dintre principalele componente care determină performanțele unui PC modern, alegerea setului de cipuri a devenit o problemă esențială. Cu cât acesta manipulează mai bine memoria – de exemplu, cu cât se face mai bine controlul cache-ului și cu cât sunt mai bune interfețele cu modulele de memorie de mare viteză – cu atât crește viteza de operare a PC-ului.

Unele seturi de cipuri includ toate funcțiile legate de memorie într-un singur cip, în timp ce altele le împart între două sau mai multe cipuri. De exemplu, în primele seturi de cipuri Intel pentru Pentium Pro, unul sau mai multe cipuri *Data Path* (abreviate TDP de Intel), cum ar fi 82438FX, asigură cele mai multe funcții de intermediere prin buffere, în timp ce controllerul de sistem (un circuit TSC, cum ar fi 82437FX) asigură operațiile de multiplexare și de gestionare a cache-ului.

## Adresarea

Pentru un microprocesor, accesul la memorie nu ar putea fi mai simplu. Microprocesorul nu trebuie decât să activeze combinația corespunzătoare de linii de adresă pentru indicarea unei locații de memorie, apoi să citească conținutul locației respective sau să scrie o nouă valoare. Adresa este un simplu cod binar care folosește liniile de adresă disponibile, în esență un cod pe 64 de biți pentru un microprocesor de nivel Pentium.

Din nefericire, codul pe 64 de biți transmis de microprocesor este complet neinteligibil pentru cipurile și modulele de memorie. Producătorii de componente electronice semiconductoare proiectează cipurile de memorie astfel încât acestea să poată fi folosite pentru orice aplicații, indiferent de metoda de adresare și chiar de prezența unui microprocesor. Cipurile, care au o capacitate de stocare de cel mult câțiva megaocteți, nu au nevoie de posibilități de adresare de ordinul gigaocteților. Aceste cipuri au nevoie doar de numărul de linii necesar pentru furnizarea pe linie a întregului conținut.

Operațiile de conversie între formatul de adresare și de stocare folosit de microprocesor și formatul folosit de cipurile și modulele de memorie intră în sarcina *decodorului de memorie*. Acest cip (sau funcție, în cazul seturilor de cipuri) determină nu numai modul logic de aranjare a memoriei, ci și cantitatea și tipul de memorie pe care le poate folosi un PC.

Funcțiile legate de memorie ale seturilor de cipuri moderne determină și sincronizarea sistemului de memorie, controlând semnalele din sistemul de memorie activate în

fiecare moment de o anumită funcție. Posibilitatea de ajustare a valorilor de sincronizare determină tehnologia de fabricare a memoriei pe care o poate folosi un PC. De exemplu, primele seturi de cipuri foloseau semnale de sincronizare corespunzătoare cipurilor de memorie în mod pagină. Seturile de cipuri moderne pot să manipuleze cipuri și module de memorie în mod pagină rapide, EDO, EDO îmbunătățite și, deseori, DRAM sincrone.

De asemenea, seturile de cipuri determină posibilitatea de transfer în rafale între memorie și microprocesor, ceea ce poate avea efecte importante asupra performanțelor. Seturile de cipuri mai noi permit microprocesoarelor să folosească memorii cu canal și operare în rafale, reducând, de exemplu, durata de citire de la 8-3-3-3 cicluri (adică 17 cicluri de ceas pentru 32 de octeți) la 2-2-2-2 (8 cicluri pentru 32 de octeți) în cazul memoriilor EDO.

Deși numărul de socluri pentru modulele de memorie stabilește limita practică a capacității memoriei din cele mai multe calculatoare, limita reală este determinată de funcțiile pentru memorie ale setului de cipuri. Deși orice arhitectură pentru microprocesoare Intel, începând cu 386, poate să adreseze până la patru gigaocteți de memorie fizică, cele mai multe seturi de cipuri limitează capacitatea totală a sistemului la valori mai mici. Limita tipică a celor mai multe seturi de cipuri moderne este 512 megaocteți – de exemplu, șase bancuri de memorie de 16 MB pe 64 de biți. Din fericire, această valoare depășește cantitățile practice care pot fi instalate la prețuri convenabile în PC-urile desktop actuale – cel puțin pentru moment.

## Reîmprospătarea

Pentru cipurile sau modulele RAM dinamice, operațiile de întreținere înseamnă reîmprospătarea periodică a fiecărei celule de memorie, prin rescrierea valorilor, astfel încât acestea să mai dureze câteva microsecunde. Operația nu este dificilă, dar este necesară.

Folosirea posibilităților avansate ale ultimelor tehnologii de memorie implică unele complicații în tehnicile de reîmprospătare a memoriei. De exemplu, un set de cipuri care permite operațiile de reîmprospătare ascunse (a se vedea Capitolul 4, „Memoria“) poate îmbunătăți cu câteva procente performanțele sistemului de memorie. Seturile de cipuri care permit intrarea în modul „suspendat“ și lucrează cu memorie DRAM trebuie să mențină în continuare conținutul memoriei. Multe PC-uri folosesc sisteme de memorie cu *auto-reîmprospătare*, care permit reîmprospătarea memoriei fără intervenția microprocesorului.

## Tratarea erorilor

Una dintre cele mai mari diferențe între seturile de cipuri „casnice“ și cele „de afaceri“ este modul în care acestea tratează erorile de memorie. Calculatoarele folosite acasă nu necesită sisteme de memorie cu fiabilitate extraordinară – sau cel puțin așa par să creadă producătorii seturilor de cipuri – așa că se pot descurca chiar și fără cele mai elementare sisteme de verificare a parității. Nu numai că în acest fel se simplifică proiectarea seturilor de cipuri, dar scade și costul memoriei, deoarece nu mai este nevoie de bitul de paritate și de locațiile de memorie pentru stocarea acestuia. De exemplu, setul de cipuri Intel 430VX Pentium, proiectat pentru calculatoarele casnice și pentru aplicații mai puțin pretențioase, nu asigură suportul pentru verificarea parității. Calculatoarele „de afaceri“ – care pentru mulți producători de cipuri înseamnă PC-uri ce pot funcționa ca servere – trebuie să asigure integritatea absolută a memoriei, așa că seturile de cipuri pentru aceste calculatoare includ circuite corectoare de erori. Setul de cipuri Intel pentru calculatoarele Pentium de nivel superior, 430HX, încorporează circuite ECC (error correcting coding).

## Utilizarea cache-ului

În funcție de microprocesor, setul de cipuri poate fi folosit pentru controlul cache-ului secundar. Toate cipurile Intel mai vechi decât Pentium Pro au nevoie de un controller de cache separat, care, de cele mai multe, ori face parte din setul de cipuri. Atât cache-ul secundar, cât și controllerul acestuia sunt integrate în toate modelele actuale ale microprocesorului Pentium Pro. Setul de cipuri determină tehnologia folosită pentru cache-ul secundar, care poate avea efecte importante asupra performanțelor. Totuși, controlul final al tehnologiilor se află în mâinile proiectantului, acesta având posibilitatea să opteze pentru nefolosirea unei caracteristici avansate a unui set de cipuri, deoarece, de exemplu, are dubii asupra fiabilității unor caracteristici mai puțin obișnuite sau dorește să diferențieze diferitele modele dintr-o linie de produse.

Setul de cipuri este unul dintre factorii care determină dimensiunea cache-ului secundar. Cele mai multe seturi de cipuri permit folosirea unor cache-uri de la 64 KB la 512 KB, ultimele modele ajungând la peste 2 MB de memorie RAM statică rapidă.

De asemenea, seturile de cipuri determină politica de scriere pe care o poate folosi proiectantul sistemului. Ultimele seturi de cipuri permit programarea tuturor tipurilor standard de cache – cu scriere directă, cu rescriere și cu rescriere adaptivă. În plus, seturile de cipuri pot să controleze (sau să limiteze) posibilitățile de folosire a tehnologiilor SRAM cu operare în rafale, sincronă sau cu canalizare pentru cache-ul secundar. Cele mai bune seturi de cipuri pun la dispoziția proiectantului toate aceste opțiuni.

# Controlul echipamentelor periferice

Comunicarea cu alte dispozitive este o cerință esențială pentru un PC. În definitiv, dacă un PC dintr-un birou nu ar avea nici un mijloc de obținere și de transmitere a informațiilor, nu ar fi mai util decât o bucată de stâncă sau un agent de asigurări. Datorită necesității de asigurare a conexiunilor, chiar și cele mai vechi seturi de cipuri includeau unele forme de control pentru echipamentele periferice. Pe cipurile de siliciu erau integrate circuitele pentru legarea semnalelor la magistrala de extensie. Unele mergeau chiar mai departe, incluzând circuite pentru porturi și controllere de dischetă. Pe măsură ce producătorii de PC-uri au încercat să integreze mai bine sistemele – pentru a le face mai mici și, nu întâmplător, mai ieftine – producătorii de cipuri s-au străduit să includă în produsele proprii tot mai multe funcții pentru controlul perifericelor.

Nu este obligatoriu ca toate funcțiile pentru controlul perifericelor să fie asigurate de un singur cip. În ultimele seturi de cipuri Intel, de exemplu, un *accelerator PCI ISA/IDE* (numit de Intel PIIX), precum 82371FX, asigură controlul magistralelor de extensie și interfața de hard-disc. Un circuit ASIC separat, care nu face parte din linia de produse Intel, asigură funcțiile de control pentru porturile seriale și paralele, tastatură și unitatea de dischetă. Multe plăci de bază fabricate de Intel folosesc pentru aceste funcții controllerul de intrare/ieșire PC87306B produs de National Semiconductor, care conține în plus ceasul de timp real și memoria de configurare CMOS. Pentru proiectarea cipurilor PIIX, Intel a pornit de la cipul PC87306B. Cele două cipuri asigură toate funcțiile pentru controlul perifericelor întâlnite în mod obișnuit într-un PC complet – interfața cu magistrala, controllerele de hard-disc și de dischetă, interfața cu tastatura și circuitele pentru porturile de intrare/ieșire.

## Interfața pentru hard-disc

Cele mai multe seturi de cipuri moderne includ toate circuitele necesare pentru conectarea la PC a unui hard-disc, de obicei printr-o variantă îmbunătățită a standardului AT Attachment, cum ar fi UDMA. Deși este o extensie a magistralei ISA clasice, această interfață necesită pentru operare o serie de porturi de control, asigurate de setul de cipuri.

Pe măsură ce standardul s-a dezvoltat, producătorii seturilor de cipuri au făcut mari eforturi ca să țină pasul. Numai cele mai noi seturi de cipuri acceptă toate modurile avansate și nivelurile cele mai înalte de performanță ale interfeței. În general, modurile ATA referite prin numere mai mari oferă performanțe mai bune (a se vedea Capitolul 9, „Interfețele de stocare"). Ultimele seturi de cipuri oferă o rată maximă de transfer de 33 MB/sec, în modurile de operare UDMA. Seturile de cipuri mai bune permit hard-discului să funcționeze ca master de magistrală (în setul de cipuri fiind integrat un controller IDE master de magistrală).

Chiar dacă un proiectant de PC-uri include pe placa de bază circuitele de suport pentru hard-discuri SCSI, porturile pentru acestea se bazează aproape întotdeauna pe un controller SCSI dedicat, nu pe suportul asigurat direct de setul de cipuri. Totuși, pentru a beneficia de avantajele opțiunilor SCSI de mare viteză, setul de cipuri trebuie să respecte cele mai recente standarde DMA. În special sistemele proiectate pentru operații multimedia intensive ar trebui să accepte standardul DMA Type F pentru fluxuri de date audio și video de mare viteză.

## Controllerul unității de dischetă

Seturile de cipuri includ deseori o serie de alte funcții care fac viața mai ușoară proiectanților de PC-uri. Printre acestea se pot număra orice fel de circuite, de la controlul indicatoarelor luminoase de pe panoul frontal la controllere de dischetă. Aproape toate seturile de cipuri includ circuite care emulează funcționarea controllerului de dischetă NEC 765, folosit de aproape toate plăcile de adaptare. De asemenea, seturile de cipuri mai noi ar trebui să asigure și suportul pentru dischetele de 2,88 MB.

Deoarece datează încă din vremurile primelor PC-uri, interfața de dischetă este un dinozaur tehnologic. Producătorii de PC-uri ar vrea să o elimine, în favoarea unor interfețe mai moderne (și mai rapide). Totuși, unele programe încearcă să controleze unitatea de dischetă prin folosirea componentelor hardware și prin comandarea directă a controllerului de dischetă. Pentru a menține compatibilitatea cu noile interfețe de dischetă, setul de cipuri trebuie să emuleze funcționarea controllerului original și să convertească pentru noua interfață comenzile destinate acestuia.

## Controllerul de tastatură

În orice PC este necesar și un alt cip de suport – un decodor pentru tastatură. Acest cip cu destinație specială – un cip Intel 8042 în cele mai multe PC-uri, un alt cip echivalent sau o parte a setului de cipuri care emulează cipul 8042 – asigură legătura între tastatură și placa de bază. Funcția principală a decodorului de tastatură este transformarea datelor seriale pe care le transmite tastatura într-o formă paralelă care poate fi folosită de PC. Imediat după recepționarea unui caracter de la tastatură, decodorul generează o întrerupere care avertizează sistemul că ați introdus un caracter. De asemenea, decodorul de tastatură asigură recepționarea corectă a caracterului (prin verificarea parității) și translatează codul de scanare al fiecărui caracter. Decodorul cere automat tastaturii să retransmită caracterele recepționate cu erori de paritate.

Fiecare caracter din fluxul serial de date trimis către decodor este format din unsprezece biți – un bit de start, opt biți de date, un bit de paritate și un bit de stop. Biții sunt sincronizați cu semnalul generat de un ceas aflat în interiorul tastaturii. În tastaturile AT sau mai noi, decodorul poate trimite date către tastatură pentru programarea microprocesorului intern al acesteia. (Despre tastaturi și coduri de scanare vom discuta în detaliu în Capitolul 14, „Dispozitivele de intrare".)

Tastaturile bazate pe porturi USB promit eliminarea decodorului și a controllerului de tastatură. Aceste tastaturi transmit pachete de date deja prelucrate prin portul USB al PC-ului, nu printr-un controller de tastatură dedicat. În sistemele moderne, controllerul de tastatură este un dispozitiv moștenit și s-ar putea să fie eliminat în următorii ani.

## Porturile de intrare/ieșire

Cei mai mulți producători de seturi de cipuri moderne oferă produse cu caracteristici complete, care includ circuitele controllerului de dischetă, porturile de intrare/ieșire (paralel, serial, de mouse, de tastatură și pentru jocuri) și un conector pentru un controller de hard-disc integrat (IDE). Unii producători de seturi de cipuri includ în aceste produse și circuitele plăcii video (VGA).

Dacă sunteți cumpărătorul, nu proiectantul unui PC, s-ar putea să nu vedeți nici un avantaj în integrarea extremă a PC-urilor pe un singur cip. Teoretic, fiabilitatea unui PC cu un singur cip este mai mare decât fiabilitatea unui PC cu trei cipuri, dar diferența nu vă spune decât dacă sistemul se va defecta când se vor naște strănepoții dumneavoastră sau dacă și copiii acestora vor cunoaște gloria de a se juca cu un PC antic. Probabil singura problemă importantă de care trebuie să țineți seama atunci când cumpărați un nou calculator este dacă circuitele de control pentru porturi, video și dischete de pe placa de bază pot fi reprogramate pentru eliminarea conflictelor cu alte produse de extensie, generate de folosirea întreruperilor și a adreselor de intrare/ieșire. Cele mai multe PC-uri moderne vă permit să configurați sau să dezactivați aceste porturi în timpul procedurilor de configurare. Este recomandabil să parcurgeți procedura de configurare a unui PC înainte de a-l cumpăra. În acest fel vă veți forma o idee despre ceea ce conține și ce poate face PC-ul. (Porturile IDE nu trebuie să aibă posibilitatea de dezactivare, deoarece un port IDE nefolosit se comportă la fel ca un conector de extensie în care nu este instalată nici o placă.) Alte aspecte ale cipurilor de suport reprezintă numai căi diferite către aceeași destinație.

Dacă un sistem nu conține combinația corespunzătoare de circuite de suport, pur și simplu nu funcționează ca un PC. Dacă circuitele de suport sunt alese corect, aveți ceea ce vă așteptați – un PC fără probleme, care rulează programele dumneavoastră favorite.

# Capitolul 7
# Magistrala de extensie

*Magistrala de extensie a PC-ului permite dezvoltarea sistemului. Aceasta asigură o conexiune de mare viteză pentru dispozitivele periferice interne, care îmbunătățesc posibilitățile PC-ului. Magistralele standardizate au dat naștere unei întregi industrii producătoare de plăci de extensie interschimbabile. În prezent, producătorii de PC-uri taie ultimele legături cu trecutul, după aproape 20 de ani, renunțând la magistrala originală de extensie pentru PC-uri, numită ISA, în favoarea unei magistrale mai flexibile și mai rapide (dar mai complexe), numită PCI, pentru prezent și pentru viitorul apropiat.*

Magistralele de extensie s-au conformat multor standarde. Cele mai cunoscute dintre acestea, în ordinea aproximativă a importanței, sunt:

Extensii de tip magistrală

| *Standard* | *Cunoscut și sub numele* | *Pe scurt* |
|---|---|---|
| PCI | Peripheral Component Interconnect | Principala magistrală de extensie în PC-urile moderne. Sloturile PCI vă permit să instalați în PC aproape orice placă de extensie |
| AGP | Accelerated Graphics Port | Asigură o conexiune de viteză mai mare pentru sistemul de afișare grafică al PC-ului. Portul AGP permite PC-ului să afișeze datele de opt ori mai repede decât magistrala PCI. |
| ISA | Industry Standard Architecture | Sloturi care respectă vechiul standard de extensie și care vă permit să instalați plăci moștenite într-un PC nou – de exemplu, plăci mai vechi pentru care nu există un model modern, cu viteză mai mare. |
| EISA | Enhanced Industry Standard Architecture | O formă a magistralei ISA, mai rapidă și cu lățime mai mare, care a fost înlocuită de magistrala PCI, dar poate fi încă întâlnită în serverele mai vechi. |
| MCA | Micro Channel Architecture | Modelul de proprietar prin care firma IBM a îmbunătățit magistrala ISA. A deschis drumul noilor modele de magistrale, dar nu a reușit să pătrundă decât în mică măsură pe piață. |
| VL Bus | VESA Local Bus | O extensie a magistralei ISA, proiectată pentru a crește viteza sistemelor video (în primul rând), dar care a fost repede depășită de acceptarea standardului PCI pentru magistralele de mare viteză. |

| Extensii de tip cartelă | | |
|---|---|---|
| *Standard* | *Cunoscută și sub numele* | *Pe scurt* |
| PC Card | PC Card | Extensii ISA plasate pe un modul de dimensiunea unei cărți de credit, folosite, în special, de PC-urile notebook mai vechi. |
| CardBus | CardBus | Extensii PCI plasate pe un modul de dimensiunea unei cărți de credit, devenite standard pentru PC-urile notebook moderne. |
| CompactFlash | CompactFlash | O versiune miniaturizată a cartelelor PC Card, optimizate pentru memoriile flash folosite de aparatele foto digitale. |
| SmartMedia | Solid State Floppy Disk | Un mic modul care vă permite să schimbați cipuri de memorie flash, sub forma cartelelor de extensie folosite de aparatele foto digitale. |

PC-urile își datorează flexibilitatea sloturilor de extensie. Puteți să transformați un PC în orice doriți, alegând plăcile de extensie corespunzătoare – în limite rezonabile, desigur. Nu puteți transforma un PC într-o corabie zburătoare, dar un sistem de producție video, un centru de comunicații internaționale, un analizor criptografic sau o interfață pentru instrumente medicale sunt în domeniul posibilităților accesibile. Chiar dacă aveți obiective mai modeste, trebuie să vă familiarizați cu sloturile de extensie. Cele mai multe opțiuni de personalizare a PC-urilor – modemuri, plăci de rețea, receptoare TV – pot fi instalate cu ușurință în sloturi.

Nimic nu este magic în legătură cu sloturile de extensie. Un slot de extensie nu este decât un spațiu pe placa de bază. Adevărata putere de creștere a posibilităților sistemului este dată de conexiunile asigurate de slot – *magistrala de extensie*, conectorul electric din partea de jos a slotului. Magistrala de extensie este cordonul ombilical al PC-ului, o conexiune directă cu sistemul circulator logic, care permite oricărei plăci descendente să se lege la sistem.

Scopul magistralei de extensie este destul de simplu: permite instalarea unor plăci suplimentare, care vor îmbunătăți funcționarea calculatorului. Totuși, magistralele în sine nu sunt atât de simple. Magistralele înseamnă ceva mai mult decât simplele conexiuni electrice pe care le realizați atunci când, de exemplu, montați un bec. Prin circuitele magistralei, PC-ul nu transferă numai electricitate, ci și informații. Ca orice date pe care trebuie să le manipuleze un PC, aceste informații sunt definite printr-o codare specială, bazată pe ordinea și combinația biților.

Conexiunea realizată de magistrală trebuie să transfere fără eroare aceste date. Pentru evitarea erorilor, toate modelele de magistrală includ semnale suplimentare care controlează fluxul informațiilor, ajustează ratele de transfer în funcție de viteza limită a PC-ului și viteza de lucru a accesoriilor de extensie și ajustează combinațiile de biți în funcție de diferitele variante de proiectare.

Diferite magistrale folosesc semnale proprii pentru controlul și transferarea datelor, iar aceste variante de proiectare determină posibilitățile de extindere ale sistemului. Unele folosesc semnale hardware suplimentare pentru a controla transferurile pe magistrală. Alteme folosesc sisteme extinse de semnalizare, care împachetează informațiile în blocuri sau pachete, pe care le direcționează pe magistrală, adăugând la fiecare bloc adrese și octeți de identificare.

Standardele de magistrală definesc modul în care PC-ul și plăcile de extensie negociază toate transferurile pe magistrală. Ca rezultat, standardul respectat de magistrala unui PC este factorul determinant pentru stabilirea produselor de extensie pe care puteți să le folosiți, în funcție de compatibilitatea acestora. De asemenea, modelul magistralei de extensie stabilește unele limite de funcționare ale PC-ului și posibilitățile acestuia.

Configurațiile de calculatoare preferate astăzi includ două magistrale de extensie – o magistrală *de viteză mare* pentru extinderea sistemului cu perifericele moderne și o magistrală *de compatibilitate* pentru conectarea dispozitivelor mai vechi, cum ar fi cele păstrate dintr-un sistem mai vechi în urma modernizării. Aproape toate PC-urile desktop actuale respectă standardul Peripheral Component Interconnect, sau PCI, pentru sloturile de extensie de mare viteză. Sistemele care încă mai au magistrale de compatibilitate folosesc, de obicei, sloturi proiectate pentru magistrala ISA (Industry Standard Architecture). În plus, cele mai multe PC-uri noi au un slot PCI special, proiectat pentru plăcile video, numit Accelerated Graphics Port.

Principalii factori din domeniu – Intel și Microsoft, ca să dăm numai două nume – depun eforturi substanțiale pentru eliminarea magistralei de compatibilitate. PC-urile au trecut deja de la un echilibru între magistralele de compatibilitate și de mare viteză la sisteme cu un singur slot de compatibilitate. În curând vor apărea PC-uri fără magistrala de compatibilitate – ceea ce nu înseamnă neapărat ceva rău. Configurarea plăcilor instalate în sloturile de compatibilitate a fost una dintre cele mai mari probleme pentru personalizarea și modernizarea PC-urilor. Eliminarea sloturilor vechi elimină și cele mai multe probleme legate de configurarea PC-urilor.

Deși cele două magistrale importante folosite pentru PC-urile desktop actuale sunt, în esență, asemănătoare – prin caracteristicile care le fac să fie magistrale – operarea este complet diferită. Diferențele se datorează schimbărilor majore de tehnologie și de filozofie, apărute în industria PC-urilor în ultimele două decenii. Magistrala ISA este un model minimal, reflectând starea tehnologică din momentul creării. Magistrala PCI încorporează toate progresele făcute în anii care au urmat, cerințele de complexitate a circuitelor fiind făcute posibile de tehnologia modernă a semiconductoarelor. Vom discuta pe rând despre cele două magistrale, începând cu ISA, datorită proiectării mai simple și mai ușor de înțeles a acesteia.

PC-urile notebook folosesc pentru extindere un stil propriu de sloturi, destinate cartelelor PC Card, nu plăcilor de extensie. Aceste sloturi respectă standardele stabilite de PCMCIA (Personal Computer Memory Card Industry Association). Modelul PC Card de bază permite performanțe și moduri de operare specifice standardului ISA. Sloturile CardBus extind modelul de bază, folosind conexiuni specifice magistralei PCI. Totuși, învechirea nu este o problemă în cazul sloturilor pentru cartele. Sloturile CardBus sunt compatibile înapoi: un slot CardBus acceptăt atât plăci de extensie CardBus cât și PC Card (cu o singură excepție), așa că plăcile mai vechi lucrează fără probleme chiar și în cele mai noi PC-uri.

Spre deosebire de sloturile de extensie ale calculatoarelor desktop, cele ale sistemelor notebook sunt accesibile din exterior – nu este nevoie să desfaceți PC-ul ca să adăugați o placă de extensie. De fapt, posibilitățile externe de extensie sunt o necesitate pentru PC-urile notebook, deoarece deschiderea carcasei unui calculator portabil este o operație la fel de „murdară“ ca și spargerea unui ou și, pentru cei mai mulți oameni, la fel de ireversibilă. În plus, standardele CardBus și PC Bus permit schimbarea plăcilor „la cald“. Aceasta înseamnă că puteți să scoateți sau să instalați o placă în timp ce calculatorul este alimentat și funcționează. În general, sloturile de extensie din PC-urile desktop nu permit schimbarea plăcilor la cald.

Cartelele CompactFlash reduc modelul PC Card la mai puțin de jumătate din dimensiunea inițială, permițând instalarea dispozitivelor miniaturizate. Totuși, cartelele CompactFlash sunt compatibile, din punct de vedere electric și logic (dar nu și fizic), cu standardul PC Card. Vom examina variantele cu dimensiuni mai mici după magistralele de bază – și după o scurtă prezentare a elementelor de bază și a istoricului magistralelor.

## Elemente de bază

Deși conceptul magistralei de extensie este simplu – prelungirea și legarea semnalelor între sistem și noile dispozitive – crearea practică a magistralelor nu este la fel de simplă. Fiecare magistrală este o combinație complexă de opțiuni de proiectare, limitate de aspecte practice. Unele sunt impuse de necesitate, altele din considerente practice. Evoluția magistralelor de extensie moderne s-a făcut, în mare parte, construind pe baza ideilor existente (sau împrumutând cele mai bune idei de la predecesori). În PC-urile actuale, rezultatul este un sistem de modernizare PCI de mare performanță care reduce la minim problemele de configurare (dar încă nu le elimină).

Nu toate magistralele au aceleași posibilități, deoarece sunt proiectate pentru scopuri și sisteme diferite. Aplicații speciale au determinat apariția unor variante de magistrale – PCIX pentru servere, CompactPCI pentru sisteme rigidizate și CompactFlash pentru aparatele foto digitale.

Domeniul funcțiilor și resurselor oferite de magistrale este larg. Cea mai importantă funcție este asigurarea unei căi de date care leagă diferitele componente ale PC-ului. Magistrala trebuie să asigure atât canalul de transferare a datelor, cât și o modalitate prin care să se asigure ajungerea datelor la destinație. În plus, magistrala de extensie trebuie să asigure semnale speciale, care să sincronizeze semnalele circuitelor de pe plăci cu cele din restul calculatorului. Magistralele mai noi (PCI, de exemplu, dar nu și ISA) includ și unele mijloace de transferare a controlului către produsele adăugate în sistem și de creștere a vitezei transferurilor de date.

Deși nu sunt legate de operarea electrică a magistralei de extensie, dimensiunile fizice ale plăcilor și ale altor componente sunt deseori stabilite tot de specificațiile magistralelor de extensie. Mai mult, standardele actuale pentru magistrale nu specifică numai semnalele, ci stabilesc și protocoalele de transfer și sistemele de configurare integrate, deseori automatizate.

Cum – și cât de bine – funcționează aceste componente depinde de caracteristicile fiecărui model de magistrală. La rândul lor, magistralele de extensie au o influență majoră asupra performanțelor generale ale PC-ului. Caracteristicile magistralei determină ce puteți să adăugați în calculator – cât de multe plăci de extensie, ce cantitate de memorie și alte componente ale sistemului – și cât de ușor poate fi configurat sistemul. Secțiunile următoare examinează caracteristicile și funcțiile tuturor magistralelor de extensie, diferențele dintre acestea și efectele acestor diferențe asupra performanțelor și posibilităților de extensie ale PC-ului.

## Liniile de date

Cea mai importantă funcție a oricărei magistrale de extensie, reprezentând, de fapt, caracteristica definitorie a acesteia, este posibilitatea de transferare a informațiilor între calculatorul gazdă și accesoriile de extensie. Magistrala trebuie să asigure conexiunile necesare pentru transferarea datelor între circuitele adăugate în sistem, microprocesor și restul calculatorului.

Conexiunile folosite pentru transferarea datelor pe magistrala de extensie se numesc *linii de date*. Principalul element de descriere a unei magistrale de extensie este numărul liniilor de date pe care le asigură. Mai mult înseamnă întotdeauna mai bine, deși un număr de linii mai mare decât numărul de conexiuni de date ale microprocesorului înseamnă o complicație inutilă.

Deși informațiile pot fi transferate serial sau paralel, magistralele de extensie din interiorul PC-urilor folosesc transferul paralel al datelor. Alegerea transferului paralel este naturală. Toate microprocesoarele comerciale au conexiuni paralele pentru transferarea datelor. Motivul acestei opțiuni este exact același: transferul paralel este mai rapid. Mai multe conexiuni înseamnă că sistemul poate deplasa mai mulți biți în același ciclu de ceas. Cu cât pot fi transferați mai mulți biți pe magistrală în același ciclu de ceas, cu atât informațiile vor fi transferate mai rapid. Magistrale mai late – cu mai multe conexiuni paralele – sunt mai rapide, atunci când toate celelalte condiții sunt identice.

În mod ideal, o magistrală de extensie ar trebui să ofere același număr de biți de date ca și microprocesorul. În acest fel, un cuvânt cvadruplu folosit de microprocesoarele actuale din clasa Pentium – 64 de biți – poate fi transferat pe magistrală fără să fie necesară conversia datelor. Dacă magistrala este mai îngustă decât calea de date a unui dispozitiv care trimite sau recepționează semnale, datele trebuie să fie împachetate în vederea transmisiei – PC-ul ar trebui să împartă cuvântul cvadruplu în patru cuvinte secvențiale sau în opt octeți care pot fi transmiși pe magistralele mai vechi, de 16 sau 8 biți. În afara dezavantajului evident implicat de folosirea mai multor cicluri de ceas pentru transmiterea datelor necesare microprocesorului, magistralele mai înguste cresc complexitatea sistemelor. Circuitele care asigură reîmpachetarea datelor complică atât plăcile de bază, cât și plăcile de extensie.

Pe de altă parte, creșterea numărului de conexiuni de date complică proiectarea unui PC, fie și numai datorită spațiului și materialelor suplimentare folosite. Găsirea numărului optim de conexiuni pentru o anumită aplicație este un compromis între viteză (care impune un număr mai mare de conexiuni) și complexitate (care crește cu numărul de conexiuni și, deci, cu viteza).

În PC-urile moderne cu mai multe magistrale de extensie, de obicei fiecare magistrală are un număr diferit de conexiuni de date, în funcție de cerințele de viteză ale magistralei respective. Magistrala cu cele mai stricte cerințe de performanță – magistrala de memorie – are cele mai multe conexiuni. Magistrala cu cele mai mici cerințe de performanță – magistrala de compatibilitate – are cele mai puține conexiuni.

## Liniile de adrese

Atâta timp cât un program știe ce să facă cu datele, o magistrală poate transfera informațiile fără nici o referire la adresele de memorie. Totuși, dacă sunt disponibile și informațiile despre adrese, magistrala este mai flexibilă. De exemplu, dacă adresarea se poate face pe magistrală, puteți să adăugați memorie obișnuită pe plăcile de extensie. Adresarea permite transferarea informațiilor mapate în memorie și accesul aleator la informații. De asemenea, permite transportarea octeților de date exact în locațiile unde vor fi stocați sau folosiți. Imaginați-vă plăcerea celor care se ocupă într-un oficiu poștal de scrisorile care nu pot fi livrate și cantitatea de hârtie care s-ar acumula dacă cineva ar decide la un moment dat că scrierea adresei pe plicuri este inutilă. La fel, plăcile de extensie trebuie să aibă posibilitatea să adreseze originea și destinația datelor. Cea mai simplă metodă de a face acest lucru este includerea în magistrala de extensie a unor linii de adrese corespunzătoare celor furnizate de microprocesor.

Ca și în cazul liniilor de adrese ale microprocesorului, liniile de adrese ale magistralei determină domeniul maxim de memorie care poate fi adresat de magistrală. De obicei, magistrala calculatorului asigură un număr de linii egal cu numărul liniilor de adrese ale microprocesorului gazdă. Unele magistrale reduc numărul liniilor de adrese. Dacă adresele neincluse se află în partea de sus a domeniului (biții cei mai semnificativi ai fiecărei adrese), această strategie lasă unele adrese în afara domeniului adresabil al plăcilor de extensie. De exemplu, magistrala de compatibilitate ISA are numai 24 de linii de adrese, ceea ce permite adresarea a numai 16 MB de memorie. Deoarece din magistrală lipsesc liniile de ordin superior, un microprocesor modern cu 32 sau 36 de linii de adrese (ceea ce înseamnă de la 386DX la Pentium III Xeon) nu poate adresa mai mult de 16 MB pe magistrală. Ca urmare, toate echipamentele periferice atașate la magistrala ISA trebuie să-și localizeze bufferele în primii 16 MB accesibili microprocesorului, ceea ce poate impune restricții severe asupra calculatorului gazdă – cum ar fi imposibilitatea de folosire a mai mult de 16 MB de memorie, irosind efectiv 4.278.190.080 locații de memorie potențial adresabile.

Pe de altă parte, microprocesoarele moderne nu au nevoie să adreseze individual fiecare octet. Datele sunt manipulate în blocuri de 32 sau 64 de biți – cuvinte duble sau cuvinte cvadruple. Aceste microprocesoare nu au nevoie de o precizie de adresare mai mare de patru sau opt octeți. Atunci când au nevoie de un singur octet din memorie, citesc un cuvânt dublu sau cvadruplu și sortează intern informațiile necesare. Ca urmare, cele mai multe magistrale de extensie folosite pentru aceste cipuri renunță la ultimele două linii de adrese. Deși au numai 30 de linii de adrese, aceste magistrale permit adresarea întregului domeniu de 4 GB accesibil microprocesoarelor pe 32 de biți. Similar, magistralele cu 64 de linii de date pot omite ultimele patru linii de adrese, dar de obicei nu se întâmplă așa, deoarece aceste magistrale sunt simple extensii ale magistralelor pe 32 de biți. Desigur, omiterea a două (sau patru) linii de adrese limitează precizia de adresare a memoriei, dar această precizie nu este necesară pentru magistralele de date cu lățime mare.

Nici în cazul scrierii în memorie magistrala nu trebuie să fie mai precisă. Folosind o tehnică numită *mascare*, un cip cu lățime mai mare poate să limiteze scrierea la unul sau mai mulți octeți, la una dintre locațiile pe 32 sau 64 de biți pe care le poate adresa. Cipul maschează octeții pe care nu vrea să îi modifice, așa cum un zugrav acoperă cu bandă marginile care trebuie să iasă drepte.

Memoria nu este singurul lucru care trebuie adresat. Liniile de adrese sunt folosite și pentru porturile de intrare/ieșire. Știind că microprocesoarele Intel acceptă numai 65.536 de porturi de intrare/ieșire adresate pe 16 biți, ar părea că magistralele de extensie moderne nu au nici o problemă privind manipularea adreselor. Totuși, la începuturile calculatoarelor personale, inginerii nu s-au gândit că vor avea vreodată nevoie să adreseze toate aceste porturi. Ca urmare, la proiectarea plăcilor de extensie s-au economisit câțiva cenți prin decodarea a numai zece linii de adrese. Ca rezultat, plăcile de extensie nu au acces decât la 1.024 de adrese de porturi potențiale. Deși toate specificațiile magistralelor moderne includ decodarea tuturor celor 16 linii de adrese, magistrala de compatibilitate ISA este limitată la cei 10 biți. Adresele mai lungi sunt ambigue pentru plăcile care nu decodifică decât 10 biți, așa că se află în afara domeniului de acces permis de magistrala ISA, pentru a menține compatibilitatea înapoi. În definitiv, o magistrală de compatibilitate care nu oferă compatibilitate completă nu ar avea nici un motiv să existe.

Numărul liniilor de adrese și de date poate deveni foarte mare, așa că, din motive tehnice și practice, inginerii preferă să reducă la minim numărul conexiunilor fizice ale

magistralelor de extensie. O strategie obișnuită de reducere a numărului de conexiuni este *multiplexarea*. În proiectarea magistralelor, multiplexarea înseamnă că un set de conexiuni îndeplinește mai multe funcții. În mod obișnuit, magistralele folosesc aceleași conexiuni pentru date și pentru adrese. În astfel de sisteme, un semnal special este folosit pentru a indica tipul informațiilor transferate prin conexiunile de date/adrese. În una dintre stări, semnalul comunică plăcilor de extensie și calculatorului că ar trebui să interpreteze semnalele de pe magistrală ca adrese. În cealaltă stare, semnalul specifică tratarea semnalelor ca date. Într-un sistem tipic cu 32 de linii de adrese și 32 de linii de date, această strategie poate economisi 31 de conexiuni – adăugând o linie de control, dar eliminând alte 32. Magistrala PCI folosește multiplexarea. Magistrala ISA nu folosește această strategie.

## Alimentarea cu energie

Deși toate dispozitivele electrice au nevoie de o sursă de electricitate ca să funcționeze, nu există nici o lege care să impună asigurarea alimentării prin magistrala de extensie. De exemplu, atunci când conectați la calculator o imprimantă, de obicei alimentați separat imprimanta de la o priză de perete. La fel, plăcile de extensie pot avea surse proprii de energie. Totuși, furnizarea alimentării prin magistrala de extensie face viața proiectanților mult mai ușoară. Aceștia nu mai trebuie să-și bată capul cu cerințele de proiectare și costurile necesare pentru adăugarea la plăcile de extensie a unor surse proprii de energie, cum ar fi panourile solare, generatoarele magnetohidrodinamice sau reactoarele cu fuziune la rece.

Prin convenție, aproape toate circuitele logice actuale operează la 5 sau 3,3 volți în curent continuu, așa că cele mai multe magistrale sunt proiectate astfel încât să asigure o intensitate suficient de mare la aceste tensiuni. Unele dispozitive au cerințe suplimentare – de exemplu, o tensiune negativă de 5 volți sau tensiuni de 12 volți (pozitive sau negative) pentru funcții speciale – așa că unele magistrale asigură și aceste tensiuni. Unele modele asigură și rezerve pentru standarde viitoare de tensiuni, mai mici de 3,3 volți.

Magistralele mai vechi, precum ISA, nu asigură tensiunea de 3,3 volți folosită de microprocesoarele cu consum redus de energie și de circuitele asociate acestora. Totuși, această lipsă nu face magistralele mai vechi total incompatibile cu noile circuite logice, deoarece regulatoarele de tensiune pot reduce tensiunea de alimentare până la nivelul corespunzător.

Orice circuit electric complet are nevoie de două fire, unul pentru transferul energiei de la sursă la consumator și o linie de retur. Orice baterie are o bornă negativă și una pozitivă, iar pentru închiderea circuitului este nevoie ca ambele să fie conectate. Într-un calculator personal, circuitul de retur pentru toate conexiunile de alimentare este *masa* sistemului și toate tensiunile sunt măsurate relativ la masă. Tensiunea de alimentare pozitivă de cinci volți de pe conductorul de alimentare înseamnă cinci volți deasupra potențialului masei. Tensiunea de alimentare negativă de cinci volți înseamnă cinci volți sub potențialul masei. Ca urmare, diferența de potențial dintre conductoarele de plus și minus cinci volți este de zece volți.

Toate circuitele dintr-un calculator personal – atât semnalele logice cât și alimentarea – folosesc aceeași linie de retur, respectiv masa sistemului. Deși semnalele de masă pot apărea în mai multe locuri pe un conector de magistrală, toate sunt legate electric la același semnal. Conexiunile de masă suplimentare au două scopuri. În primul rând, conexiunile multiple permit trecerea unor curenți de intensitate mai mare – două linii lasă să treacă mai mult curent decât una singură. În plus, aranjarea semnalelor reduce interacțiunile dintre acestea. O linie de masă interpusă între două linii de semnal

absoarbe eventualele zgomote. Această reducere a interferențelor permite creșterea vitezei de operare a magistralei.

Motivul pentru care masa (împământarea) este numită astfel datează din primele zile ale descoperirilor electrice. Primul sistem de comunicații – telegraful – folosea deseori un singur fir pentru semnale. Cealaltă parte a conexiunii era legată la pământ, care servea drept cale de retur. Conductivitatea electrică a solului este suficient de bună pentru ca un asemenea sistem să funcționeze. Deși semnalele de masă folosite în circuitele calculatoarelor sunt rareori împământate direct, se presupune că șasiul calculatorului este împământat prin conectorul suplimentar al ștecherului de alimentare (care este împământat *undeva*).

Uneori, magistralele de extensie au mai multe linii de alimentare pentru o anumită tensiune. Motivul este același: mai multe linii permit trecerea unui curent de intensitate mai mare. De asemenea, datorită rezistenței reduse a căii de semnal, liniile de alimentare pot să asigure o ecranare asemănătoare cu cea oferită de interpunerea liniilor de masă.

## Sincronizarea

Plăcile de extensie sunt ca niște copii: pot fi total independente, precum copiii care merg pe propriul lor drum și mai trimit câte o scrisoare părinților numai când au nevoie de bani, sau pot fi complet dependente, precum copiii care locuiesc împreună cu părinții și depind de aceștia și de bugetul lor. Multe plăci de extensie strâns cuplate sunt proiectate să opereze sincronizat cu circuitele calculatorului gazdă. O astfel de magistrală este sincronizată cu ceasul calculatorului gazdă și se numește magistrală de extensie *sincronă*. Pentru sincronizarea circuitelor de pe plăcile de extensie cu restul sistemului, calculatorul gazdă asigură un semnal de ceas prin magistrala de extensie.

Cel mai bun exemplu de magistrală de extensie sincronă este cea folosită în calculatorul IBM PC original. Ceasul care controlează magistrala PC-ului operează exact la aceeași viteză cu ceasul microprocesorului. De fapt, este vorba de același ceas, controlat de vibrațiile aceluiași cristal de cuarț.

Acest model nu a avut o viață prea lungă, deoarece viteza de lucru a microprocesoarelor a depășit curând posibilitățile magistralei și plăcilor de extensie. Pentru a permite magistralei să opereze la o viteză compatibilă cu cea a plăcilor de extensie, mai lente, proiectanții au adăugat un nou semnal de sincronizare, *ceasul de magistrală*, care furnizează o frecvență de referință pentru plăcile de extensie. Nu este obligatoriu ca acest ceas să fie același cu ceasul care furnizează frecvența de lucru a microprocesorului.

În modelul original, care folosea un ceas de magistrală separat – model care a devenit acum ISA – magistrala opera sincron cu microprocesorul, dar viteza magistralei era un submultiplu al vitezei microprocesorului. În ciuda vitezelor diferite, inginerii au păstrat termenul „sincron“, deoarece semnalele erau în continuare sincronizate. Operarea sincronă simplifică proiectarea sistemului, deoarece toate semnalele de sincronizare sunt aliniate automat. Nu sunt necesare circuite sau operații de prelucrare suplimentare pentru asigurarea corespondenței între ciclurile microprocesorului și ciclurile magistralei.

Cele mai multe magistrale de extensie avansate sunt proiectate în vederea unei flexibilități mai mari privind viteza. Prin încorporarea unor circuite speciale care negociază transferurile de date, păstrând datele până când sistemul gazdă le poate primi, plăcile de extensie pot să ruleze la orice viteză dorește proiectantul. Acestea sunt numite magistrale de extensie *asincrone*, deoarece ceasul sistemului și ceasul magistralei nu sunt sincronizate. Și magistralele de extensie asincrone au semnale de ceas proprii,

dar între frecvența de ceas a magistralei și frecvența de ceas a sistemului nu este obligatoriu să existe nici o relație matematică. Costul flexibilității mai mari este complexitatea. Modelele asincrone au nevoie de mai multe circuite, de exemplu pentru păstrarea datelor livrate de magistrala sistemului la începutul unui ciclu de ceas propriu, până când magistrala de extensie începe un ciclu de ceas. Din fericire, tehnologia modernă a redus toate componentele necesare la un singur cip ASIC (Application-Specific Integrated Circuit), ceea ce face ca magistralele asincrone să fie practice și accesibile din punctul de vedere al prețului. Magistralele de extensie independente de microprocesor operează în general asincron, pentru a permite o mai mare flexibilitate în alegerea microprocesorului gazdă.

Deși magistralele de extensie moderne sunt proiectate pentru operarea asincronă, deseori operează la o viteză care este un submultiplu al vitezei microprocesorului. Deși magistrala PCI rulează uneori la 30 MHz sau 25 MHz, în unele sisteme cu microprocesoare mai vechi, în sistemele actuale operează invariabil la 33 MHz, adică jumătate din frecvența conexiunii externe a unui procesor Celeron sau Pentium II la frecvențe mai mici de 400 MHz sau o treime din conexiunea externă a unui procesor Pentium III sau Pentium II la 400 MHz sau mai rapid. Operarea sincronă asigură corespondența optimă între ciclurile magistralei și ale microprocesorului și optimizează rata de transfer.

Unele specificații pentru magistrale stabilesc o frecvență fixă de operare pentru magistrală. De exemplu, standardul ISA specifică viteza de lucru într-un mic domeniu în jurul valorii de 8 MHz. Magistralele moderne oferă o mai mare flexibilitate. Magistralele PCI permit operarea la orice frecvență de la 0 la 33 MHz. Scăderea vitezei magistralei până la oprirea acesteia reduce consumul de energie în aplicațiile portabile.

## Controlul fluxului

Chiar în cazul unei plăci de extensie care operează sincron cu calculatorul gazdă, este posibil ca placa să nu poată ține pasul cu cerințele de viteză ale calculatorului. De exemplu, este posibil ca o placă serială să accepte date cu o viteză de 1000 de caractere pe secundă, în timp ce calculatorul generează aceste date de 1000 de ori mai repede. Dacă PC-ul transmite aceste date cât de repede poate, placa serială va fi foarte repede depășită de informațiile pe care le primește. O ieșire din această situație ar fi neglijarea datelor pe care placa ar trebui să le transmită. Pentru evitarea unor astfel de pierderi de date atunci când apar diferențe de viteză între plăcile de extensie și calculatorul gazdă, cele mai multe magistrale de extensie includ semnale pentru controlul fluxului. În forma cea mai simplă, placa trimite pe magistrală un semnal special „not ready“ („nu este pregătită“), cerând sistemului gazdă să aștepte până când placa de extensie recuperează întârzierile. Dezactivarea semnalului „not ready“ indică sistemului gazdă că poate să trimită din nou date.

Modelul original al magistralei de extensie respecta metodele folosite de microprocesor pentru transferarea datelor (în definitiv, magistrala PC originală nu era decât o extensie directă a microprocesorului). Pentru fiecare transfer este nevoie de cel puțin două cicluri de ceas, chiar dacă operația nu este încetinită prin controlul fluxului. Mai întâi, microprocesorul folosește un ciclu de ceas ca să specifice locația de memorie adresată. Pentru transferarea datelor este folosit încă un ciclu de ceas. Ca rezultat, rata reală de transfer al datelor este mai puțin de jumătate din viteza implicată de frecvența de ceas a magistralei. Acest mod de operare, cu două cicluri de ceas pentru fiecare transfer, are un mare dezavantaj. Deoarece fiecare transfer de date folosește o adresă individuală,

accesul este complet aleatoriu. Transferul poate fi făcut din sau către orice locație de memorie validă. Pe de altă parte, în privința vitezei, transferul în două cicluri de ceas nu este eficient.

Atunci când nu este necesar accesul aleatoriu, magistralele moderne pot trece la moduri de lucru cu viteză mai mare. Cele mai multe microprocesoare – și magistralele proiectate pentru acestea – oferă moduri de lucru în rafale, în care sunt transferate mai multe date după un singur ciclu de specificare a adresei. Modelele diferă prin modul de control al transferului și prin lungimea rafalelor de date. Rafalele de date mai lungi înseamnă mai puține informații suplimentare și viteză mai mare de transfer.

Primul mod de lucru în rafale este oferit de microprocesoarele 486. Pentru aceste microprocesoare, o rafală este formată dintr-un singur ciclu de adresă, urmat de patru cicluri de date. În acest fel, transferarea unei linii de date – patru cuvinte duble de 32 de biți (16 octeți), unitatea de bază preferată de microprocesoarele 486 – se face în numai cinci cicluri de ceas, în loc de opt, ceea ce înseamnă o îmbunătățire a performanței cu mai mult de 60 de procente. Toate microprocesoarele Pentium, Pentium II și Pentium III acceptă modul de lucru în rafale al microprocesorului 486.

Magistralele de extensie avansate extind acest mod de transfer pentru blocuri mai lungi de date și lucrează independent de modelul microprocesorului. De exemplu, pentru unele modele, un singur ciclu de adresă poate fi urmat de atâtea cicluri de date câte pot fi transmise pe magistrală până când accesul este solicitat de alte funcții ale sistemului (cum ar fi reîmprospătarea memoriei). În cazul transferării unor blocuri mari de date, acest mod de lucru poate dubla productivitatea magistralei. Principalul dezavantaj este faptul că nu pot fi transferate decât blocuri secvențiale de date, sacrificându-se accesul aleator în favoarea vitezei.

Toate magistralele de extensie moderne folosesc un tip oarecare de transfer în rafale, chiar dacă uneori acesta poartă un alt nume. De exemplu, IBM numește modul de lucru în rafale al magistralei Micro Channel *mod de transferare a datelor în flux* (streaming data mode).

## Controlul sistemului

Într-un PC modern, deseori echipamentele periferice fac și alte lucruri decât transferarea informațiilor. Multe dintre acestea trebuie să comunice cu microprocesorul gazdă, de exemplu, intervenind în mijlocul unui program atunci când au date „fierbinți" care trebuie să fie prelucrate imediat – cum ar fi un octet la un port serial fără buffere. Dispozitivele periferice trebuie să aibă posibilitatea să transmită microprocesorului semnale de întrerupere pentru a-i atrage atenția. Toate magistralele de extensie pentru PC-uri asigură în acest scop una sau mai multe linii destinate semnalelor de întrerupere.

Primele modele de magistrale permiteau folosirea unei linii de control dedicate pentru fiecare întrerupere hardware care ar fi putut fi folosită de magistrală. Totuși, chiar dacă toate semnalele de întreruperi hardware ale unui microprocesor Intel sunt disponibile pe magistrală, acestea nu sunt suficiente pentru un PC echipat cu o mulțime de plăci de extensie. Ca urmare, PC-urile și magistralele moderne permit *partajarea întreruperilor*.

Unele magistrale pentru PC-uri permit plăcilor de extensie și accesul direct la controllerele DMA (Direct Memory Access) ale calculatorului gazdă. Modelele mai recente de magistrale renunță la semnalele DMA și se bazează pe protocoalele de transfer pentru controlul sistemului DMA.

O magistrală de extensie poate conține și alte semnale de control. Cele mai multe magistrale conțin un semnal *de reinițializare* (reset), care cere plăcilor de extensie să se

auto-inițializeze și să aducă circuitele proprii în starea care ar avea-o imediat după punerea sub tensiune. De asemenea, magistralele pot include semnale speciale care indică numărul liniilor de date ce conțin date valide în timpul unui transfer. Un alt semnal poate să indice dacă liniile de adresă conțin adresa unei locații de memorie sau adresa unui port de intrare/ieșire.

## Controlul și arbitrarea magistralei

În primele PC-uri, operarea magistralei de extensie era controlată în întregime de microprocesorul calculatorului gazdă. Magistrala era conectată direct la microprocesor; de fapt, magistrala era doar cu puțin mai mult decât o extensie a conexiunilor cipului. O magistrală conectată direct la liniile de date și de adrese ale microprocesorului este numită magistrală locală, deoarece este destinată deservirii componentelor aflate în imediata vecinătate a microprocesorului. Totuși, termenul „magistrală locală“ a fost acaparat de o altă tehnologie și, în vorbirea curentă, un calculator bazat pe magistrală locală este, de obicei, un calculator care folosește atât o interfață de extensie de tipul magistralei locale, cât și alte tehnologii de magistrală.

Folosind acest model de conectare directă, orice octet deplasat pe magistrală este controlat de microprocesor. Microprocesorul citește mai întâi octetul de la un dispozitiv sau dintr-o locație de memorie, apoi îl scrie la un alt dispozitiv sau într-o altă locație de memorie. Acest stil de operare nu este doar mare consumator de timp, dar monopolizează și timpul microprocesorului. De exemplu, atunci când microprocesorul dorește să mute un octet dintr-un registru în memorie, pe un ciclu de ceas trimite pe magistrală adresa la care vrea să trimită datele. Sistemul de memorie pregătește adresa respectivă pentru recepționarea datelor. La următorul ciclu, microprocesorul plasează pe magistrală valorile biților, iar sistemul de memorie colectează acești biți și îi stochează în cipurile DRAM. Viteza acestui tip de operații simple este guvernată de viteza magistralei, care este legată direct de viteza microprocesorului. Totuși, cele mai multe operații desfășurate pe magistrală nu sunt atât de simple. Pentru fiecare octet transferat, microprocesorul trebuie să execute o mulțime de instrucțiuni în cod mașină. Aceste operații cad în sarcina microprocesorului, indiferent dacă acesta este sursa sau destinația transferurile de pe magistrală și chiar dacă microprocesorul nu folosește în nici un fel datele transferate – de exemplu, atunci când octeții sunt transferați de pe hard-disc în memoria video în vederea afișării pe ecranul monitorului a unei imagini stocate.

În cazul microprocesoarelor lente, puterea microprocesorului poate să limiteze performanțele transferurilor pe magistrală. În cazul microprocesoarelor rapide, faptul că microprocesorul așteaptă magistrala poate să afecteze performanțele întregului sistem.

Nu este obligatoriu ca microprocesorul să fie încărcat cu controlul magistralei de extensie. Așa cum un director executiv deleagă sarcinile subordonaților, microprocesorul unui calculator poate să transfere controlul magistralei unor circuite speciale, dedicate acestei operații. Exact aceasta este sarcina unui controller pentru accesul direct la memorie (Direct Memory Access – DMA). Dar chiar și atunci când transferul efectiv al datelor este controlat de cipul DMA, microprocesorul trebuie, de multe ori, să supravegheze aceste operații, fiind blocat pe toată durata transferului.

Magistralele mai noi elimină legătura directă cu microprocesorul, transferând autoritatea controlului asupra operațiilor efectuate pe magistrală unor circuite logice speciale – numite de obicei *controllere de magistrală* – creând astfel o magistrală de extensie arbitrată. Pe o magistrală arbitrată, microprocesorul nu mai are o poziție privilegiată, ci este egal cu plăcile de extensie din sistem. Deși microprocesorul controlează în continuare

transferurile pe care le inițiază sau le primește, nu mai este implicat în cele care au loc între alte dispozitive din sistem.

Un dispozitiv care preia controlul magistralei în vederea medierii transferurilor proprii se numește *master de magistrală* (bus master). Dispozitivul care primește datele transmise de master se numește *slave de magistrală* (bus slave). Unele sisteme folosesc pentru aceste funcții numele *inițiator* (initiator) și *țintă* (target).

Controllerul de magistrală determină când și ce master poate prelua controlul magistralei, printr-un proces numit *arbitrarea magistralei*. Fiecare model de magistrală folosește propriul protocol pentru controlul procesului de arbitrare. Acest protocol poate fi software, de obicei folosind un set de comenzi, trimise pe magistrală la fel ca datele, sau hardware, folosind linii de control dedicate ale magistralei. Cele mai multe modele practice de magistrale pentru PC-uri folosesc o schemă hardware de semnalizare.

În sistemele de arbitrare hardware tipice, un master potențial indică faptul că vrea să preia controlul magistralei, trimițând un semnal de atenționare pe o linie specială a magistralei. Dacă mai multe dispozitive doresc să preia controlul în același timp, un algoritm stabilește ce master primește controlul, pentru cât timp și după cât timp controlul poate fi cedat aceluiași master.

În sistemele de arbitrare software, un dispozitiv master potențial trimite o cerere către logica de control a sistemului gazdă. Sistemul gazdă îi cedează controlul prin transmiterea unei comenzi software speciale.

Proiectarea sistemului de arbitrare urmărește două scopuri contradictorii: imparțialitatea și prioritatea. *Imparțialitatea* sistemului de arbitrare asigură faptul că nici un dispozitiv nu poate să monopolizeze magistrala, astfel încât orice dispozitiv este obligat să cedeze controlul după o anumită perioadă. De exemplu, în unele modele, un dispozitiv care a deținut controlul magistralei nu mai poate prelua controlul decât după ce toate dispozitivele care solicită controlul magistralei au fost deservite. *Prioritatea* (priority) permite sistemului să trateze inegal dispozitivele, acordând mai mult timp de acces la magistrală dispozitivelor care au mai multă nevoie de ea. Unele modele de magistrale stabilesc pentru totdeauna prioritățile unor dispozitive; altele permit reprogramarea priorităților pentru unele dispozitive sau chiar pentru toate.

Într-un PC obișnuit, aceste probleme sunt lipsite de substanță. Rareori apar atât de multe cereri concurente de ocupare a magistralei ca să afecteze performanțele. Arbitrarea magistralei contribuie la creșterea performanței, deoarece controlul magistralei nu mai intră în responsabilitatea microprocesorului. Tipul exact de arbitrare este mai puțin important – dar nu și pentru proiectanți, cărora le place să polemizeze la nesfârșit pe aceste teme.

## Semnale specifice sloturilor

Magistralele sunt numite astfel deoarece toate semnalele sunt legate împreună, fiind conectate direct prin cablare, de obicei prin fire numite în industria calculatoarelor linii de magistrală. Cu alte cuvinte, primul pin din orice conector de magistrală este legat cu primul pin din orice alt conector de magistrală, iar semnalele care apar pe un anumit pin într-un slot apar pe același pin în toate celelalte sloturi. În acest fel, toate sloturile sunt egale, ceea ce vă permite să instalați o placă de extensie în oricare dintre sloturi.

Acest model simplu are și un dezavantaj important: comunicarea cu o placă de extensie individuală este dificilă. De obicei, pentru acest tip de comunicații sunt necesare

protocoale sofisticate. Sistemul gazdă trebuie să trimită un semnal care dezactivează toate plăcile de extensie, cu excepția celei cu care vrea să comunice, folosind o formă oarecare de identificare.

Unele magistrale de extensie mai noi includ semnale specifice sloturilor, care se conectează unic și individual la fiecare slot. Calculatorul gazdă poate să folosească aceste semnale ca să activeze sau să dezactiveze anumite componente de pe plăci sau chiar plăcile în întregime.

Cele mai multe sisteme folosesc un singur semnal specific pentru fiecare slot, conectat la un pin dedicat (același pin pe fiecare slot, dar cu semnale diferite legate la fiecare slot). Semnalele specifice sloturilor sunt folosite în special în timpul operațiilor de testare și de configurare. Fiecare placă poate fi activată individual pentru testare, iar plăcile (sau componentele controlabile ale acestora) pot fi dezactivate dacă sunt defecte. Semnalele specifice sunt folosite pentru interogarea individuală a plăcilor de extensie privind cerințele de resurse, astfel încât conflictele legate de porturi și de adresele de memorie să poată fi rezolvate automat de către sistemul gazdă. Configurarea automată simplifică procesul de configurare a sistemului, eliminând necesitatea ajustării comutatoarelor DIP sau a jumperelor de pe plăcile de extensie individuale.

## Punțile

PC-urile moderne cu magistrale multiple – deseori operând cu viteze și lățimi diferite – pun proiectantului o problemă dificilă: cum pot fi legate între ele aceste magistrale. O legătură de proastă calitate este suficientă pentru ca performanțele să aibă de suferit pe *toate* magistralele.

Problema legării magistralelor s-a acutizat o dată cu introducerea magistralei PCI. Soluția acestei probleme este dată de componenta centrală a arhitecturii PCI, numită *punte*. Acesta este un element proiectat pentru transportarea datelor de la o magistrală la alta. Puntea rezolvă toate detaliile transferului, translatând automat formatele datelor și protocoalele, fără să fie necesare programarea specială sau componente hardware speciale. O punte poate lua forma unui element hardware individual (cum ar fi un circuit ASIC) sau poate face parte din setul de cipuri care formează circuitele de bază ale PC-ului.

O punte poate lega mai multe magistrale, similare sau diferite. Un PC construit pe baza unei magistrale PCI poate conține orice magistrală pentru care este disponibilă o punte. De exemplu, într-un sistem PCI tipic, punțile pot lega trei magistrale diferite – magistrala microprocesorului, magistrala PCI de mare viteză și magistrala de compatibilitate ISA – precum și o altă magistrală PCI, pentru a asigura mai multe posibilități de extensie.

Rezultatul unei legături între două magistrale PCI printr-o punte se numește punte PCI-la-PCI (PCI-to-PCI bridge sau PPB). Această formă de punte este deseori întâlnită, deoarece specificațiile PCI limitează la 10 numărul conexiunilor la o singură magistrală. Numărul conexiunilor crește foarte repede, deoarece un conector de magistrală PCI în care este instalată o placă de extensie înseamnă două conexiuni, iar un dispozitiv format dintr-un singur cip legat la magistrală reprezintă o singură conexiune. Ca urmare, cele mai multe magistrale PCI nu pot asigura decât trei sau patru sloturi de extensie. Pentru conectarea unui număr mai mare de sloturi este automat necesară o punte PPB.

În arhitectura PCI, punțile pot fi folosite pentru conectarea unui număr maxim de 256 de magistrale PCI în același PC. De exemplu, un proiectant poate prevedea includerea unei punți PCI pe o placă de extensie pentru a oferi mai multe funcții de extensie pe aceeași placă.

Magistralele interconectate sunt legate împreună sub forma unui arbore, răsfirându-se ca un evantai pe măsură ce se îndepărtează de origine. Magistralele mai apropiate de origine sunt numite magistrale *în amonte*. Cele din generațiile inferioare, mai îndepărtate de magistrala originală, se numesc magistrale *în aval*. Prin proiectare, arhitectura punții permite transferarea datelor între oricare două poziții din arbore. Totuși, deoarece fiecare punte impune o întârziere determinată de operațiile interne de prelucrare, numită *timp de așteptare*, un transfer care se face prin intermediul mai multor punți impune unele reduceri ale performanțelor. Reducerile de performanță sunt cu atât mai mari cu cât transferul se face între puncte mai îndepărtate de origine.

Pentru evitarea problemelor legate de timpul de așteptare, dacă într-un PC există mai multe magistrale PCI, acestea sunt organizate într-o configurație de *magistrale echivalente* (peer bus). Aceasta înseamnă că în loc să fie conectate între ele, cele două sau trei punți care deservesc magistralele de extensie din PC sunt conectate la un punct comun, fie controllerul PCI, fie puntea aflată cel mai sus în amonte.

## Compatibilitatea

Singurul motiv pentru care sloturile ISA sunt păstrate în PC-urile actuale este de a vă permite să conectați plăcile de extensie vechi, poate chiar antice, pe care deja le aveți. Este ca și cum GM ar adăuga la toate mașinile noi o găleată de cărbuni, în eventualitatea că ar dori cineva să instaleze un motor cu aburi. Toate funcțiile plăcilor de extensie ISA pot fi îndeplinite și de noile plăci PCI – probabil de câteva ori mai bine. Conectarea unei plăci de extensie vechi într-un nou PC nu prelungește investiția, ci agonia. Nu numai că vechile plăci sunt condamnate la performanțe scăzute de modelul magistralei ISA, dar este foarte probabil ca acestea să genereze probleme de configurare.

Este de dorit să păstrați numai plăcile mai vechi pentru care nu există un echivalent la viteză mai mare, deoarece performanțele sunt limitate de alte restricții decât viteza magistralei. De exemplu, nici un modem nu va suprasolicita posibilitățile magistralei de extensie, deoarece nici cele mai rapide modemuri nu depășesc 56.000 de biți pe secundă.

Pe de altă parte, exceptând situațiile când vreți să mențineți în viață un PC pe care mai bine l-ați lăsa să moară decât să îl modernizați, ar trebui să evitați plăci de extensie noi care folosesc magistrala ISA. Deși ați putea să instalați o placă ISA în PC-ul pe care îl aveți acum, situația se va schimba în cazul noilor calculatoare. O placă proiectată pentru o magistrală veche este condamnată la o viață scurtă și dureroasă – scurtă, pentru că nu va dura mult până când va fi eliminată de propria vârstă, și dureroasă nu pentru circuitele electronice, care nu simt nimic, ci pentru fragila răbdare umană.

# Istoric

Tehnologia plăcilor de extensie a ajuns la maturitate, cel puțin pentru moment. Există standardele necesare și acestea sunt stabile. Puteți să considerați de la sine înțeles faptul că o placă PCI poate fi instalată în orice slot PCI, că placa va configurată automat și va funcționa. Cele mai multe plăci ISA pot fi instalate la fel de ușor. Aveți chiar de ales dintre o mulțime de module PC Card și CardBus pentru PC-urile portabile – fără nici o problemă de compatibilitate. Deși aceste afirmații par astăzi evidente, drumul până în acest punct a fost lung și interesant. A fost marcat de considerente practice și de previziuni, de cooperări și de dispute și chiar de un adevărat război între giganții industriali. În final au rezultat cel puțin nouă standarde majore pentru extinderea PC-urilor, așa cum se poate vedea în Tabelul 7.1.

**Tabelul 7.1** Standarde pentru magistralele de extensie

| *Nume* | *Data* | *Lățimea magistralei* | *Frecvența de ceas* | *Adresare* |
|---|---|---|---|---|
| PC bus | 1981 | 8 biți | 4,77 MHz | 1 MB |
| ISA | 1984 | 16 biți | 8 MHz | 16 MB |
| Micro Channel | 1987 | 32 de biți | 10 MHz | 16 MB/4 GB |
| EISA | 1988 | 32 de biți | 8 MHz | 4 GB |
| VL Bus | 1992 | 32/64 de biți | 50 MHz | 4 GB |
| PCI | 1992 | 32/64 de biți | 33 MHz | 4 GB |
| PCIX | 1998 | 32/64 de biți | 66 sau 133 MHz | 4 GB |
| PC Card | 1990 | 16 biți | 8 MHz | 64 MB |
| CardBus | 1994 | 32 de biți | 33 MHz | 4 GB |

Stabilirea originii magistralelor folosite în calculatoare depinde de definiția pe care o alegeți. Primele calculatoare mainframe erau entități masive, formate din mai multe rafturi de echipamente conectate printr-o mulțime de cabluri. Prin simpla conectare și deconectare a unor subansamble, puteau fi adăugate la calculator noi opțiuni. Puteți să considerați cablurile o formă rudimentară de magistrale, dar în contextul calculatoarelor actuale, acestea seamănă mai mult cu traseele care conectează integratele de pe plăcile de circuite. În definitiv, un circuit integrat de astăzi îndeplinește mai multe funcții decât un întreg raft de echipamente al unui calculator bazat pe tuburi. În plus, cablurile primelor calculatoare mainframe nu vă permiteau să adăugați orice componente comerciale, deoarece fiecare calculator era o mașină unică.

## Magistralele folosite înainte de apariția PC-urilor

Pe măsură ce s-au maturizat, calculatoarele mainframe s-au transformat într-un ansamblu de părți identice, conectate într-o structură de tip magistrală. Dar ceea ce este considerată, în general, prima magistrală, a apărut o dată cu transformarea calculatoarelor mainframe tradiționale în noile minicalculatoare, inventate de Digital Equipment Corporation. Primele produse oferite de DEC au fost plăci instalabile ce conțineau circuite componente care puteau fi folosite pentru proiectarea sau testarea calculatoarelor. Pe măsură ce au devenit mai complexe, modulele DEC s-au transformat în plăci de circuite care puteau fi combinate pentru construirea unui minicalculator. Atunci când DEC a început să vândă minicalculatoare, acestea erau construite pe baza acestui model orientat pe magistrală. Dar magistrala era proprietatea firmei, ca și alte modele de magistrale folosite în minicalculatoarele lansate pe piață de firmele concurente.

Atunci când calculatoarele au făcut următorul pas, modelele originale erau mașini pe o singură placă. Acestea erau rezultatul unor eforturi experimentale, nu produse comerciale, iar extinderile se făceau prin lipirea unui nou circuit pe placă sau prin conectarea unui modul cu cabluri de tip panglică, asemănătoare cu cele folosite pentru asamblarea calculatoarelor mainframe. În definitiv, nu exista motivația adăugării unei magistrale de extensie, deoarece nu existau componente de extensie.

Mașina pe care cei mai mulți oameni o consideră a fi primul calculator personal, Altair, a fost proiectată de Ed Roberts ca un sistem pe o singură placă. Mașina a fost prezentată în această formă în numărul din ianuarie 1975 al revistei *Popular Electronics*. Prototipul s-a

pierdut în timpul transportului, dar Roberts a transformat acest ghinion într-un avantaj și a reproiectat calculatorul Altair ca un sistem orientat pe magistrală. În acest proces, el a pus bazele primei magistrale de extensie pentru calculatoarele personale. Numită inițial magistrală Altair, după numele calculatorului care a lansat-o în lume, aceasta a fost adoptată de alți producători sub o denumire mai neutră, S-100, și a fost folosită pentru prima dată către sfârșitul anului 1976. Ulterior, pe baza modelului S-100 a fost dezvoltat un standard de către Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE 696). Sub această formă, magistrala este *încă* folosită în zone obscure ale industriei calculatoarelor.

Opțiunile stabilite de Ed Roberts pentru modelul original au pus bazele celor mai cunoscute magistrale de extensie actuale. În primul rând, acesta a ales conectoare de margine, frecvent întâlnite în echipamentele electronice din vremea respectivă, deoarece aceștia puteau fi gravați fără costuri prea mari o dată cu traseele de circuite de pe placă. Conectoarele comerciale aveau două rânduri de câte 50 de contacte, la intervale de 0,1 inci. Totalul de 100 de contacte a dus la alegerea numelui S-100. Modelul Altair original folosea numai 86 de contacte, celelalte 14 fiind rezervate în vederea dezvoltărilor ulterioare. Această prevedere a permis ca magistrala Altair, proiectată inițial pentru 8 biți, să fie adaptată cu ușurință la tehnologia pe 16 biți.

În ciuda popularității sale, magistrala S-100 avea unele lipsuri care nu i-au permis să devină standardul dominant după ce popularitatea calculatoarelor personale a început să crească. Aceasta a fost proiectată inițial pentru calculatoarele orientate pe magistrală – magistrala propriu-zisă era pasivă, nefiind decât un set de fire. Magistrala nu avea o viteză de operare oficială, aceasta fiind stabilită de plăcile atașate (deși cele mai multe mașini care folosesc magistrala S-100 operează la aproximativ 2,5 MHz). Modelele ulterioare de calculatoare seamănă mai mult cu sistemele pe o singură placă, la care a fost adăugată o magistrală de extensie, ceea ce permite ca o mare parte din circuitele de suport să fie incluse pe placa de bază. Modelul S-100 impunea în mare măsură duplicarea circuitelor. De exemplu, toate plăcile de extensie S-100 trebuie să conțină circuite regulatoare de tensiune, ceea ce înseamnă costuri și consum suplimentar de energie.

Către sfârșitul anilor ’70, alți producători au dezvoltat magistrale proprii de extensie, mai potrivite pentru cerințele microcalculatoarelor. Nici una dintre acestea nu a dominat cu adevărat lumea calculatoarelor. Proiectanții altor calculatoare din primele generații, precum Apple II, au simplificat magistralele de extensie și au redus costurile și complicațiile operațiilor de extindere. Dar modelul Apple a introdus complicații suplimentare, deoarece sloturile de extensie nu erau egale, fiecare slot fiind adresat individual.

## PC Bus

Toate magistralele de extensie pentru PC-uri au ca punct de pornire magistrala folosită de calculatorul original IBM PC, lansat pe 1 august 1981. Acest prototip de magistrală nu datora nimic unor eforturi de gândire, de cercetare sau de dezvoltare și nu includea nici o inovație de proiectare. Nu era decât o extensie a conexiunilor microprocesorului 8088, folosind buffere pentru ca semnalele să fie destul de puternice pentru alimentarea circuitelor externe, fiind demultiplexată pentru ca semnalele care partajau aceiași pini de pe cip să aibă conexiuni proprii la magistrală și utilizând un conector standard industrial, astfel încât să permită instalarea ușoară a componentelor disponibile.

Magistrala PC avea toate calitățile magistralei S-100 și a altor magistrale de extensie populare în momentul respectiv. Permitea adăugarea la sistem a unor opțiuni (porturi, memorie, adaptoare video). Mai mult, în primele PC-uri, magistrala era necesară, deoarece tehnologia folosită în momentul respectiv nu permitea includerea pe placa de

bază a tuturor circuitelor necesare pentru construirea unui PC. Magistrala de extensie oferea proiectanților posibilitatea să adauge mai multe opțiuni și să facă substituții pe măsură ce tehnologia progresa.

Aspectelor tehnice ale magistralei li s-a acordat mai puțină atenție, deoarece IBM nu s-a așteptat niciodată ca vânzările de PC-uri să depășească 100.000 de bucăți. Deși din punct de vedere tehnic este la egalitate cu magistralele Apple II și S-100, organizarea magistralei PC originale pare astăzi făcută fără nici un plan, acordând foarte puțină atenție integrității semnalelor și interferențelor radio. Totuși, în momentul respectiv acestea nu erau probleme critice, datorită vitezei mici de operare și lipsei reglementărilor FCC.

Punctul de plecare al magistralei PC originale a fost magistrala locală a microprocesorului 8088. Adresarea și lățimea căii de date a magistralei PC corespund exact cu cele ale microprocesorului 8088, iar magistrala operează la viteza microprocesorului 8088 și sub controlul direct al acestuia. Dar pentru a face utilă această magistrală aproape pur locală, IBM a inclus câteva semnale suplimentare, printre care cinci linii de control pentru semnalarea întreruperilor hardware. Controlul porturilor de intrare/ieșire era obținut printr-o linie de control care comuta magistrala de adrese între memorie și porturile I/O. Totuși, pentru porturile de intrare/ieșire, IBM a optat pentru decodarea a numai 10 linii de adrese – cele mai puțin semnificative – în circuitele primelor plăci de extensie. Ca rezultat, numai 1.024 din cele 65.536 de adrese posibile pentru porturile de intrare/ieșire pot fi folosite de plăcile de extensie.

Pentru a permite extinderea sistemului și izolarea microprocesorului de plăcile de extensie, care pot cauza neplăceri, a fost necesară modificarea câtorva caracteristici electrice. Nu toate conexiunile la cip au alocați pini separați pe capsula cipului. Unele conexiuni sunt combinate – multiplexate – pentru a oferi microprocesorului 8088 mai mult spațiu pentru pini. Aceste conexiuni trebuie să fie demultiplexate înainte de a putea fi folosite de celelalte circuite ale calculatorului. Conexiunile demultiplexate sunt extinse apoi pe magistrala PC. În plus, cipul 8088 propriu-zis nu a fost proiectat astfel încât să furnizeze destulă energie pentru transmiterea semnalelor către toate dispozitivele care pot fi instalate într-un slot de extensie. Ca urmare, conexiunile microprocesorului sunt trecute printr-un amplificator digital, numit buffer, care mărește curentul disponibil pentru funcționarea accesoriilor.

Magistrala PC pune microprocesorul în contact direct cu toate dispozitivele de pe magistrala de extensie și îi asigură controlul asupra acestora. Datorită conectării locale, frecvența de operare a magistralei PC este aceeași cu a microprocesorului. Aceasta înseamnă că magistrala operează la aceeași viteză și pe același număr de biți – 4,77 MHz și un octet. Deoarece pentru fiecare transfer pe magistrală sunt necesare două cicluri ale ceasului de sistem (în primul ciclu, pe magistrală este transmisă o adresă, iar în al doilea ciclu se face transferarea efectivă a datelor), viteza maximă cu care pot fi transferate informațiile pe magistrală este de 2,38 MB/sec. Dar chiar și această viteză nu putea fi obținută decât pentru scurte perioade de timp, între alte funcții ale sistemului, cum ar fi reîmprospătarea memoriei. Cu toate acestea, magistrala PC era la fel de rapidă ca și celelalte componente ale PC-ului. Nu numai că prin conectarea la magistrală viteza nu era redusă, dar aceasta era și singura modalitate de a adăuga memorie dincolo de cei 64 KB inițiali (256 KB în modelele ulterioare).

## Industry Standard Architecture

În 1984, modelul rudimentar al magistralei PC era deja de domeniul trecutului. În timp ce inginerii de la IBM lucrau la un produs revoluționar (pentru acel moment), bazat pe microprocesoarele 286 proiectate pentru operarea la 8 MHz (deși inițial limitate la

6 MHz), au fost confruntați cu o magistrală nepotrivită pentru nivelul de performanță al noii mașini. Deoarece microprocesorul 286 folosea o magistrală de date pe 16 biți, IBM a decis adăugarea mai multor linii de date (precum și a unor linii de adrese și de control) la magistrala PC, astfel încât aceasta să corespundă posibilităților noului cip, mai puternic. Viteza magistralei AT era aceeași cu a microprocesorului, așa încât nu puteau să apară reduceri de performanță în cazul conectării unui dispozitiv periferic – sau chiar a unor extensii de memorie.

Nu numai că magistrala PC era limitată, din punctul de vedere al posibilităților de manipulare a memoriei și al lățimii căii de date, la nivelul unui microprocesor aflat deja pe calea uitării (8088), dar și alte servicii de sistem erau asigurate într-o măsură prea mică pentru a permite dezvoltarea PC-urilor dincolo de o platformă destinată unor operații simple. De exemplu, cele mai multe sisteme epuizau întreruperile hardware înainte de a completa toate sloturile de extensie cu plăci de extensie care foloseau întreruperi pentru control. În același timp, proiectanții erau puși în fața fenomenului de răspândire a produselor de extensie bazate pe magistrala PC, multe fabricate de IBM, care ar fi devenit inutile în cazul modificării radicale a magistralei. O reproiectare completă ar fi impus crearea unei linii întregi de produse de extensie pentru IBM și industria calculatoarelor compatibile, ceea ce probabil ar fi generat destul de multe plângeri ca să slăbească forța standardului IBM.

Ca rezultat al echilibrării acestor cerințe conflictuale, noua magistrală AT a fost creată ca un hibrid. Aceasta a păstrat compatibilitatea cu cele mai multe produse de extensie create anterior, introducând și noile funcționalități necesare pentru trecerea la tehnologia pe 16 biți. În plus, magistrala AT includea și câteva idei noi (cel puțin pentru calculatoarele compatibile PC) care prefigurau posibilitățile de control ale magistralei PCI. O posibilitate inerentă, dar aproape nefolosită, a magistralelor AT este aceea de coabitare în sistem a mai multor microprocesoare care preiau controlul și partajează resursele.

Principala diferență fizică dintre magistrala PC/XT și magistrala AT a fost adăugarea unui conector secundar pentru asigurarea mai multor linii de adrese și de date – patru linii de adrese și opt de date – ajungând la un total de 16 linii de date și 24 de linii de adrese, destule pentru manipularea a 16 MB, limita fizică de adresare a cipului 80286. Pentru eliminarea unor lipsuri ale magistralei PC, care limitau posibilitățile de extindere ale sistemului, noua magistrală AT includea câteva noi linii de control pentru întreruperi și DMA. În plus, IBM a introdus câteva noi conexiuni. Una dintre acestea asigură compatibilitatea plăcilor de extensie pe 8 și pe 16 biți. Această linie semnalează sistemului gazdă dacă placa instalată în soclu folosește magistrala PC sau magistrala AT.

Menținerea compatibilității fizice cu magistrala PC anterioară a fost realizată printr-o mișcare simplă, dar ingenioasă – adăugarea noilor conexiuni de magistrală pe un conector suplimentar, în locul reproiectării conectorului cu 62 de pini existent. Plăcile de extensie care folosesc numai interfața pe opt biți și care nu au nevoie să adreseze locațiile de memorie în mod protejat sau serviciile avansate de sistem ale magistralei AT pot fi proiectate în vederea compatibilității cu calculatoarele IBM pe 8 sau 16 biți. Cele care au nevoie de viteza sau de puterea magistralei AT le pot obține prin conectorul suplimentar. Acest mod de proiectare permite aceleiași plăci să folosească conectorul pe 8 sau pe 16 biți în funcție de sistemul gazdă în care este instalată.

Datorită vitezei și căii de date corespunzătoare microprocesoarelor 286, magistrala AT originală depășea ca performanțe magistrala PC – calea de date pe 16 biți combinată cu ceasul de 8 MHz (în forma cea mai cunoscută) permiteau o rată potențială de transfer de

8 MB/sec. Cele 24 de linii de adrese puneau la dispoziția sistemului 16 MB de memorie. Totuși, numărul porturilor de intrare/ieșire era încă limitat la 1.024, pentru asigurarea compatibilității cu plăcile de extensie destinate magistralei PC.

Totuși, magistrala AT includea și o diferență importantă față de magistrala PC originală. În timp ce calculatoarele PC aveau un singur oscilator, care controla toate semnalele de sincronizare, atât pentru magistrală cât și pentru microprocesor, calculatoarele AT foloseau mai multe oscilatoare separate. Viteza microprocesorului, ceasul de timp real, contorul de timp al sistemului și viteza magistralei erau separate și puteau fi modificate independent. Ca rezultat, puteau fi folosite ceasuri separate pentru microprocesor și pentru magistrala de extensie (ca și pentru contoarele de timp ale sistemului). Această modificare permitea plăcilor de extensie să ruleze la viteze mai mici decât viteza microprocesorului. Datorită acestei modificări, magistralele AT ultracompatibile puteau fi folosite pentru PC-uri mai performante, pe măsură ce acestea deveneau disponibile. Deși plăcile de extensie nu puteau întotdeauna să lucreze la frecvențele de 25 MHz sau 33 MHz ale microprocesoarelor 386 sau mai noi, magistrala putea fi menținută în continuare la viteza de 8 MHz (sau un submultiplu puțin mai mare al frecvenței de ceas a microprocesorului) pentru a asigura compatibilitatea cu plăcile de extensie mai vechi. La început, viteza mai mică a magistralei nu era o problemă, deoarece nici un dispozitiv care putea fi instalat pe magistrală nu transfera date cu o viteză mai mare de 8 MB/sec. De exemplu, cele mai rapide dispozitive din momentul respectiv – unitățile ESDI – transferau date cu o viteză de 1,25 MB/sec, mult sub rata maximă de transfer de 8 MB/sec a magistralei ISA. Totuși, la un moment dat, cerințele de viteză ale dispozitivelor periferice (și ale memoriei) au lăsat mult în urmă magistrala AT.

O problemă arzătoare a magistralelor PC și AT originale era faptul că acestea au fost proiectate nu numai ca modalitate de conectare pentru periferice, ci și ca mijloc principal de instalare a extensiilor de memorie. La început, această metodă a funcționat, cât timp microprocesorul și magistrala lucrau la aceeași viteză, dar a devenit inoperantă după ce microprocesorul a lăsat mult în urmă magistrala – ajungând la uimitoarea frecvență de 16 MHz! Nu are nici un sens adăugarea memoriei suplimentare pentru un microprocesor rapid pe o magistrală lentă. De fiecare dată când microprocesorul trebuie să adreseze memoria instalată pe magistrală, trebuie să încetinească până la viteza magistralei.

La începutul anului 1987, Compaq Computer Corporation a depășit această problemă printr-o metodă inteligentă, o dată cu lansarea calculatorului Deskpro 386, care opera la 16 MHz. Primul PC cu magistrală dual, Deskpro a fost primul calculator care oferea o magistrală separată pentru memorie, lucrând la viteza microprocesorului, și o magistrală pentru operațiile de intrare/ieșire, lucrând la vitezele mai mici pe care puteau să le tolereze plăcile de extensie. Toate PC-urile moderne folosesc acest concept al magistralei duale, adăugând și o a treia magistrală. Magistrala AT avea și un alt dezavantaj. Deși IBM a documentat funcțiile fiecărui pin al magistralei AT, nu a publicat niciodată un set complet de specificații pentru sincronizarea semnalelor transmise pe magistrală. Ca rezultat, producătorii plăcilor de extensie AT stabileau la întâmplare sincronizarea semnalelor și nu le rămânea decât să spere că produsele lor vor funcționa în toate sistemele. Deși acest mod de abordare empiric nu împiedica operarea la frecvența de 8 MHz, au apărut probleme de compatibilitate în momentul în care unii producători de PC-uri au încercat să folosească magistrala AT la viteze mai mari. Specificațiile de sincronizare ale magistralei AT nu au fost definite oficial până în 1987, când un comitet al IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) a aprobat oficial un standard de magistrală, care a devenit cunoscut sub numele de Industry Standard Architecture sau,

mai simplu, ISA. Această magistrală este cunoscută sub mai multe nume: ISA, magistrală clasică și numele original, AT.

Problema păstrării magistralei ISA la 8 MHz pentru compatibilitatea cu plăcile de extensie mai vechi a devenit evidentă atunci când utilizatorii au dorit să adauge mai multă memorie în PC-urile cu viteză mai mare. Atunci când viteza de lucru a microprocesorului depășea viteza magistralei, microprocesorul trebuia să încetinească până la viteza acesteia (prin inserarea unor stări de așteptare) de fiecare dată când folosea memoria conectată la magistrala de extensie. Ca urmare, performanțele sistemului aveau de suferit, uneori foarte sever.

Proiectanții de sisteme ai firmei Compaq au rezolvat problema prin dedicarea unei magistrale speciale pentru memorie în calculatorul Deskpro 386, lansat în 1987. Toate PC-urile bazate pe magistrale ISA folosesc acum acest model – o magistrală de mare viteză pentru memorie și o altă magistrală pentru extensiile de intrare/ieșire.

De la aprobarea de către IEEE a specificațiilor ISA, semnalele acestei magistrale au rămas, în esență, neschimbate. Introducerea specificațiilor ISA Plug-and-Play la 28 mai 1993, în urma colaborării dintre firmele Intel și Microsoft, a schimbat modul în care lucrează plăcile de extensie în conjuncție cu magistrala.

Specificațiile ISA Plug-and-Play au fost elaborate pentru a oferi sistemelor ISA aceleași posibilități de configurare automată, dacă nu chiar mai bune, decât cele ale modelelor mai recente de magistrale. În sistemele care respectă aceste specificații, puteți să instalați orice combinație de plăci de extensie și să nu vă faceți nici o problemă privind modificarea comutatoarelor DIP, poziția jumperelor, întreruperile, canalele DMA, porturile sau domeniile de adrese ROM. Fiecare placă ISA Plug-and-Play poate să comunice calculatorului gazdă resursele de care are nevoie. Dacă cererile de resurse a două sau mai multe plăci intră în conflict, sistemul Plug-and-Play rezolvă automat problemele.

În loc să modifice magistrala, sistemele ISA Plug-and-Play folosesc un complicat protocol de izolare bazat pe software. Pe scurt, magistrala ține o placă de extensie dezactivată până când aceasta poate fi adresată în mod unic, astfel încât la un moment dat să poată fi interogată o singură placă. Sistemul gazdă poate apoi să determine resursele necesare fiecărei plăci, să verifice dacă o altă placă are nevoie de aceleași resurse și să rezerve resursele pentru fiecare placă.

Deși sistemul ISA Plug-and-Play nu are nevoie de acestea, poate să folosească și semnale specifice fiecărui slot. Folosirea unor astfel de semnale – care acum fac parte din specificațiile ISA – poate să elimine sistemul complex de interogare folosit pentru izolarea plăcilor. În timp ce configurarea Plug-and-Play software poate fi făcută pentru sistemele actuale, pentru folosirea schemei hardware este nevoie de plăci de bază noi.

## Magistralele de tranziție

Producătorii și grupurile industriale au făcut câteva încercări de îmbunătățire a magistralelor de extensie ale calculatoarelor personale, cu diferite grade de succes. Deși nici unul dintre aceste eforturi nu s-a dovedit a fi o soluție de durată, fiecare a contribuit la definirea caracteristicilor importante ale standardului curent.

Prima dintre aceste magistrale de tranziție a fost *Micro Channel Architecture*, dezvoltată în 1987 ca proprietate a firmei IBM. Așa cum sugerează și numele, Micro Channel nu era o simplă magistrală, ci o revizuire a întregii arhitecturi a PC-ului. Introducea câteva noi concepte, incluzând configurarea automată, operarea asincronă, controlul și arbitrarea

magistralei și performanțe mai mari, datorită combinației între o interfață mai lată și unele aspecte de proiectare care favorizau viteza. Principala slăbiciune a magistralei Micro Channel nu a fost de ordin tehnic, ci a ținut de modul de lansare pe piață. Producătorii de PC-uri au văzut în această magistrală o încercare a firmei IBM de a prelua controlul industriei calculatoarele și puțini producători au adoptat noul model. Totuși, PC-urile actuale beneficiază de multe dintre inovațiile dezvoltate de IBM pentru magistrala Micro Channel.

Magistrala Enhanced Industry Standard Architecture, mai cunoscută sub numele *EISA*, a apărut în 1988, fiind promovată de un consorțiu de nouă companii (cunoscut sub numele de „Banda celor nouă" – AST Research, Compaq Computer Corporation, Epson, Hewlett-Packard, NEC, Olivetti, Tandy, Wyse și Zenith Data Systems. Bazată pe conceptele magistralei Micro Channel, dar proiectată astfel încât să fie compatibilă cu plăcile de extensie ISA, EISA a fost desemnată ca succesor al magistralei ISA. Ca și Micro Channel, standardul EISA a lărgit magistrala de extensie la 32 de biți și a adăugat posibilități de control, arbitrare și configurare automată. Mulți producători au adoptat-o pentru sistemele de mare performanță și pentru serverele de rețea, dar magistrala nu a reușit să se răspândească pe scară largă, în principal deoarece mărea costul sistemelor (inițial cu aproape 1000$) și oferea creșteri reduse de performanță.

Totuși, în 1991, PC-urile de mare performanță aveau probleme legate de productivitatea magistralelor, în special pentru sistemele video. Modelul de bază forța transferarea tuturor imaginilor grafice pe magistrala standard de intrare/ieșire, ISA, chiar dacă circuitele video se aflau pe placa de bază. Handicapul era substanțial: în timp ce microprocesoarele de mare performanță puteau muta datele pentru ecran la viteze apropiate de 132 MB/sec, magistrala ISA transfera date la viteze maxime de 8 MB/sec.

O inovație în proiectarea sistemelor, numită *magistrală locală*, promitea să depășească această barieră de viteză. Magistrala locală adăuga o nouă magistrală în PC-urile convenționale, conectată mai direct la microprocesor și funcționând la aceeași frecvență de ceas ca și acesta. (De fapt, magistrala locală era *a treia* magistrală în astfel de sisteme. În 1991, cele mai multe modele de PC-uri includeau atât o magistrală de extensie, cât și o magistrală separată, de mare viteză, pentru memorie.)

Prima mașină care a ilustrat conceptul magistralei locale – PC-ul desktop PowerMate al firmei NEC, lansat în 1991 – folosea această magistrală numai pentru îmbunătățirea performanțelor de afișare. Magistrala locală lega microprocesorul de sistemul de afișare de pe placa de bază, dar nu oferea nici o conexiune pentru sloturi de extensie.

Mulți producători de PC-uri au copiat modelul NEC, dar era necesar un standard care ar fi permis plasarea circuitelor video de mare viteză pe o placă de extensie. Deși firma OPTi, un producător de seturi de cipuri, a propus, la începutul anului 1992, un standard pentru magistrala locală, bazat pe produsele proprii, acest model brevetat nu a fost niciodată acceptat pe scară largă.

În locul unui standard brevetat, industria PC-urilor era în căutarea unui standard deschis. Ca răspuns la această cerință, Video Electronics Standards Association (VESA), un consorțiu care anterior standardizase sincronizarea monitoarelor pentru a crește intercompatibilitatea PC-urilor și a sistemelor de afișare, a elaborat magistrala *VESA Local Bus* sau VL Bus. Anunțat oficial la 28 august 1992, standardul VL Bus a fost acceptat imediat, deoarece oferea industriei PC-urilor ceea ce își dorea mai mult: un conector standardizat și un protocol pentru un sistem de extensie cu magistrală locală pentru PC-uri. Deși ținta inițială au fost sistemele video avansate, specificațiile finale au

fost destul de permisive pentru a accepta și conectarea altor echipamente periferice care aveau nevoie de lărgime mare de bandă pentru transferarea datelor, cum ar fi dispozitivele de stocare masivă și interfețele de rețea.

Ca reacție la apariția calculatoarelor Pentium pe 64 de biți în 1993, VESA a dezvoltat a doua generație a standardului VL Bus (versiunea 2.0). Însă noul standard nu a mai avut același succes. Industria calculatoarelor personale își deplasase atenția către PCI, unde a rămas și în prezent.

## Peripheral Component Interconnect

În iulie 1992, Intel Corporation a lansat standardul Peripheral Component Interconnect (PCI). Îndelung așteptată ca specificație pentru magistralele locale, forma inițială s-a dovedit a fi, în același timp, mai mult și mai puțin decât spera industria PC-urilor. Primul standard PCI documenta complet concepția firmei Intel despre ceea ce ar trebui să fie o magistrală locală – care nu mai era o magistrală locală. Intel definea o serie de reguli obligatorii, inclusiv indicații hardware pentru asigurarea funcționării corespunzătoare a circuitelor de pe placa de bază la viteze mari și cu complicații de proiectare minime. De asemenea, arăta cum trebuie legate circuitele unui PC – inclusiv magistrala de extensie – pentru operarea la viteze mari. Dar primelor specificații PCI le lipsea tocmai ceea ce industria aștepta cel mai mult: organizarea pinilor unui conector al magistralei de extensie, care să permită proiectarea plăcilor de extensie interschimbabile. De fapt, PCI s-a dovedit a nu fi deloc o magistrală locală, ci un sistem de interconectare de mare viteză, deplasat cu un pas față de microprocesor – dar unul care funcționează la o viteză mai apropiată de cea a microprocesorului decât o magistrală de extensie tradițională.

Deși în forma inițială magistrala PCI nu era incompatibilă cu VL Bus, Intel a specificat mai explicit poziția acesteia ca o alternativă la VL Bus, prin lansarea specificației PCI Release 2.0, în mai 1993. Noua specificație a extins documentul original în două direcții principale. Calea de date a fost lărgită pentru a corespunde cu magistrala pe 64 de biți a noului cip Pentium și au fost furnizate descrieri complete ale conectoarelor de extensie pentru magistralele de extensie PCI pe 32 și pe 64 de biți. Acest model, cu revizuiri minore, a supraviețuit până astăzi, sub numele PCI 2.1.

Modelul PCI este deosebit de magistrala VL Bus și incompatibil cu aceasta. În primul rând, magistrala PCI 2.0 a fost proiectată independent de microprocesor, nefiind limitată la cipurile Intel. În loc să specifice legarea directă la microprocesor, standardul PCI 2.0 asigură un nivel de compatibilitate, creând ceea ce o parte a industriei numește o *magistrală mezanin*.

Deși magistrala PCI tolerează magistralele mai vechi și poate coabita cu acestea, așa cum se întâmplă cu magistrala ISA în cele mai multe PC-uri actuale, ideea de bază a magistralei PCI este *înlocuirea* altor magistrale de extensie. Mașinile care combină magistrala PCI cu o magistrală tradițională servesc drept fundație pentru trecerea la noua tehnologie, ca standard principal pe piața calculatoarelor personale.

Pe 9 septembrie 1998, Compaq, Hewlett-Packard și IBM și-au anunțat intenția de a dezvolta modelul PCI pentru crearea unei magistrale cu performanțe mai bune, destinată aplicațiilor de tip server. Numit PCI-X, noul standard (aflat încă în dezvoltare) promite o magistrală de 64 de biți care funcționează la 133 MHz, capabilă să transfere date cu rate maxime de transfer mai mari de un gigaoctet pe secundă.

## PCMCIA

Toate aceste standarde de magistrală pornesc de la o presupunere: că vor fi folosite într-un calculator desktop, în care spațiul și energia de alimentare pentru plăcile de extensie nu sunt o problemă. Dar această presupunere intră în contradicție directă cu unul dintre cele mai puternice curente de dezvoltare actuală a PC-urilor – miniaturizarea, care a dus la crearea PC-urilor portabile (notebook, subnotebook și handheld). În definitiv, o placă de extensie individuală pentru un calculator desktop poate să depășească dimensiunile celor mai multe PC-uri notebook. Și o singură placă poate să consume mai multă energie decât un întreg calculator notebook.

Lumea calculatoarelor portabile are cerințe proprii pentru plăcile de extensie, care au devenit evidente în 1987, atunci când producătorii de memorii au început să împacheteze modulele RAM de extensie pentru calculatoarele portabile în plăci de dimensiunea unei cărți de credit, care puteau fi inserate din exterior. De fapt, aceste plăci pentru extinderea memoriei au la origine cartelele ROM folosite încă din anul 1984 pentru stocarea fonturilor destinate imprimantelor laser.

Deși astfel de cartele de memorie erau din ce în ce mai populare în 1987, nu exista un standard. În momentul respectiv, poziția de frunte în domeniu era ocupată de Mitsubishi, ale cărei cartele de memorie foloseau conectoare cu 60 de pini. Fujitsu Microelectronics avea o linie asemănătoare de cartele de memorie și cartele inteligente (numele folosit de Fujitsu pentru orice cartelă de dimensiuni mici care conținea circuite integrate), dar acestea foloseau un conector cu 68 de pini.

John Reimer, după ce a fost numit manager de marketing în domeniul produselor pentru microcalculatoare al firmei Fujitsu în 1987, și-a dat repede seama că a moștenit un produs aflat în căutarea unui scop. Reimer s-a gândit că plăcile de memorie ar putea fi folosite ca un suport de transferare a datelor care să elimine vulnerabilitatea la condițiile de mediu, specifică dischetelor. O cartelă bazată pe circuite semiconductoare ar putea rezista în fața pericolelor la care sunt expuse mediile magnetice, cum ar fi praful, temperaturile mari (sau mici), câmpurile magnetice puternice, șocurile și loviturile.

Explorând posibilitățile de lansare pe piață a cartelelor de memorie, Reimer a descoperit că Poqet Computer Company investiga folosirea cartelelor de memorie ca alternativă la unitățile de disc pentru un nou produs care urma să devină în final primul PC de tip sub-notebook. (Fujitsu a investit în lansarea firmei Poqet și, ulterior, a cumpărat compania.) Dar Poqet era atât de îngrijorată de lipsa unor standarde pentru cartelele de memorie, încât ezita să aleagă unul dintre produsele existente, deoarece nu știa care dintre acestea va reuși să pătrundă pe piață.

În fața dorinței firmei Poqet de standardizare a cartelelor de memorie în întreaga industrie, Reimer și-a dat seama că realizarea acestei dorințe era practic imposibilă. Nu exista o unică organizație care să stabilească toate aspectele unui astfel de model: dimensiunea fizică a cartelei, numărul și funcțiile pinilor din conectoare, formatele fișierelor de date și interfața software. Iar pentru trecerea tuturor acestor aspecte prin toate organizațiile de oficializare a standardelor ar fi fost nevoie de un timp mai lung decât viața utilă a produsului.

În timp ce promova ideea că producătorii de calculatoare personale ar trebui să dezvolte un standard propriu pentru cartelele de memorie, Reimer a descoperit că Lotus Development studia ideea stocării produselor software proprii pe cartele ROM. Lotus a fost printre primele firme care a susținut ideea stocării produselor software în cartușe de

memorie pentru calculatoarele PCjr. Dar și Lotus a dat înapoi în fața mulțimii de modele incompatibile de cartele și s-a oferit să sprijine propunerea lui Reimer privind întrunirea părților interesate în standardizarea cartelelor de memorie. Reimer a găsit suficient sprijin printre alți furnizori de software, componente semiconductoare și calculatoare personale pentru a întruni reprezentanți din partea a 25 de producători, în iunie 1988, la Fairmont Hotel din San Jose.

Această primă întâlnire neoficială a evidențiat posibilitățile existente – inclusiv posibilitatea unui proces antimonopol. Ca urmare, cu o contribuție de 10.000 de dolari din partea firmei Fujitsu, Reimer a angajat avocați care au stabilit măsuri de evitare a problemelor juridice și a organizat grupul care va deveni cunoscut sub numele Personal Computer Memory Card Industry Association, sau PCMCIA. Totuși, în acel moment, rolul și viitorul organizației nu erau foarte sigure. La început, Reimer a susținut posibilitatea ca PCMCIA să pună la punct un standard, apoi, cu misiunea îndeplinită, să dispară din prim-plan. Dar organizația a luat avânt, având întâlniri lunare, iar standardul și-a schimbat obiectivele de la o îmbunătățire pentru PC-uri la un mecanism universal pentru schimbul de date digitale.

Comparate cu creșterea rapidă a performanțelor dispozitivelor periferice, datorată interfețelor cu magistralele locale, specificațiile PCMCIA originale par destul de subțiri. Pentru a ține pasul cu tehnologia, organizația a dezvoltat un nou standard, care încorporează caracteristici puternice ale modelului magistralei locale. Pentru a diferenția standardele dezvoltate, PCMCIA folosește denumirea *PC Card* pentru standardul original, bazat pe magistrala AT, și *CardBus* pentru cartelele bazate pe magistrala locală. În plus, un alt grup industrial, condus de Intel, a dezvoltat o versiune mai mică a cartelelor PCMCIA, folosind un subset al semnalelor acestora și restricționând utilizarea cartelei la operațiile cu memoria. Standardul rezultat a fost numit *Miniature Card*. Deși standardul Miniature Card nu a devenit foarte popular, a dus la crearea cartelelor *CompactFlash*, folosite pe scară largă de producătorii de aparate foto digitale.

## Industry Standard Architecture

Dacă există o caracteristică definitorie pentru un PC, aceasta este magistrala Industry Standard Architecture. Pentru mulți producători, ISA este singura magistrală adevărată. Dacă vreți să adăugați ceva la un PC, cel mai probabil este să găsiți un dispozitiv compatibil ISA. ISA este condiția sine qua non a calculatoarelor personale. Dacă poeții au nevoie de o comparație pentru un număr inimaginabil de mare, ar putea să adauge și numărul plăcilor ISA instalate la lista clasică cu stelele de pe cer, firele de nisip de pe plajă și iubitele celebrităților. Filozofii greci ar fi așezat ISA printre lucrurile fundamentale – alături de Adevăr, Frumusețe, Justiție. Ați prins ideea. Magistrala ISA este o binecuvântare pentru PC-uri, dar nu este ceva perfect. Este ceea ce avem și cu care trebuie să ne descurcăm, chiar dacă ne înșelăm pe noi înșine.

La fel ca întreg universul, ISA nu a luat naștere pe neașteptate, cu toate legile și standardele stabilite pentru totdeauna, ci a parcurs un drum lung și dureros. Dezvoltarea acesteia s-a desfășurat în paralel cu cea a industriei PC-urilor. De la începuturile legate de primele PC-uri, magistrala ISA și-a dublat dimensiunea; a trecut printr-o adolescență tulbure și tulburătoare; și în final s-a maturizat în standardul cunoscut și acceptat astăzi. A cunoaște nu înseamnă neapărat a iubi, dar cunoașterea acestei magistrale vă ajută să înțelegeți de ce PC-urile sunt ceea ce sunt.

## Proiectarea inițială

Din punct de vedere istoric și operațional, magistrala PC clasică este cel mai bun loc din care putem să începem studierea modului de funcționare a semnalelor de pe magistrală. Aceasta este cea mai veche magistrală pe care puteți încă să o întâlniți în PC-uri, dar și cea mai primitivă. Așa cum omenirea poate să găsească în celulele proprii urmele apei sărate provenind din „supa primordială" din care s-au ivit cei mai vechi strămoși, magistrala clasică pe opt biți marchează începutul magistralelor pentru PC-uri. Constituenții originali pot fi încă detectați în ultimele modele de magistrale.

### Semnalele de bază

Conectorul de extensie pentru fiecare slot, aflat pe placa de bază, avea două rânduri de câte 31 de pini, la intervale de 0,1 inci, măsurate între centrele pinilor. Contactele corespunzătoare de pe plăcile de extensie erau gravate pe placă o dată cu traseele circuitelor. Cele mai multe plăci, dar nu toate, aveau aceste contacte placate cu aur, pentru creșterea fiabilității.

Dintre cei 62 de pini folosiți de magistrala PC/XT, trei sunt legați la masă; cinci linii furnizează diferitele tensiuni de alimentare necesare în calculator (două linii pentru 5 volți curent continuu și câte una pentru -5, 12 și -12 volți); douăzeci de linii de adrese; opt linii de date; zece linii dedicate întreruperilor; celelalte sunt conexiuni cu destinație specială care fac ca totul să funcționeze.

Deși lista funcțiilor magistralei este complicată prin folosirea unei terminologii specializate, care o face să pară la fel de complexă ca și lista ingredientelor pentru turtă dulce, totul este foarte simplu.

Linia *Oscillator* furnizează un semnal obținut direct de la cristalul oscilatorului care controlează toate ceasurile și contoarele de timp din calculator. În modelul PC, acest oscilator operează la 14,31818 MHz și este singura frecvență standard din întregul calculator.

Frecvența ciudată folosită de PC este de fapt determinată de considerente foarte practice. Aceasta este exact de trei ori mai mare decât viteza de lucru a microprocesorului și de patru ori mai mare decât frecvența folosită de televizoare (și de monitoarele ieftine) pentru sincronizarea semnalelor color. Acest unic oscilator poate avea mai multe scopuri prin folosirea unor simple divizoare de frecvență, furnizând semnalul de sincronizare atât pentru microprocesor, cât și pentru sistemul de afișare.

Linia *Clock* (Ceas) a magistralei este unul dintre semnalele derivate din semnalul generat de oscilator. Semnalul de pe linia Clock este obținut prin divizarea cu patru a semnalului de pe linia Oscillator – ajungând la 4,77 MHz – și este furnizat microprocesorului și altor circuite din sistem pentru sincronizarea tuturor operațiilor logice.

Linia I/O Channel Check (Verificarea canalului de intrare/ieșire) furnizează microprocesorului un semnal prin care este indicată integritatea memoriei și a dispozitivelor conectate la magistrală. Dacă semnalul de pe această linie este întrerupt, microprocesorul consideră că a apărut o eroare de paritate. Legarea liniei la masă duce la blocarea completă a sistemului.

Furnizarea unui impuls pe linia Reset Driver din magistrala PC determină reinițializarea întregului sistem. Pe această linie este generat un semnal de fiecare dată când sistemul este pornit sau când alimentarea este oprită.

Liniile de date transportă într-o formă paralelă informațiile numerice către toate circuitele din calculator. Aceleași linii sunt folosite pentru transferarea informațiilor la și

de la memorie și dispozitivele de intrare/ieșire. În modelul PC sunt folosite opt linii de date, identificate cu numere de la zero la șapte, linia zero fiind folosită pentru bitul cel mai puțin semnificativ din fiecare octet de informație.

Liniile de adrese sunt folosite pentru specificarea locațiilor de memorie la care sau de la care sunt transferați octeții de informații. Cele douăzeci de linii de adrese sunt identificate cu numere de la 0 la 19, linia 0 fiind cea mai puțin semnificativă.

## Controlul magistralei

Pentru citirea sau scrierea memoriei, microprocesorul trimite pe magistrală adresa de memorie dorită, apoi activează o linie specială numită Address Latch Enable (Activarea bistabilelor de adrese) pentru a indica dispozitivelor conectate la magistrale că a trimis o adresă validă și că dispozitivele ar trebui să o memoreze (prin „blocarea“ electronică a circuitelor la adresa respectivă). În sfârșit, microprocesorul trimite un semnal pe linia Memory Read Command (Comandă pentru citirea memoriei), care cere controllerului de memorie să pună pe magistrala de date conținutul adresei indicate anterior. La fel, microprocesorul poate transmite un semnal pe linia Memory Write Command (Comandă pentru scrierea în memorie), care indică faptul că microprocesorul a pus pe linia de date un octet de informații și cere controllerului de memorie să stocheze informațiile respective la adresa precizată anterior.

Aceleași linii de date sunt folosite și pentru transferarea octeților către dispozitivele de intrare/ieșire, prin alte linii speciale ale magistralei. Linia I/O Read Command (Comandă pentru citirea porturilor de intrare/ieșire) cere unui dispozitiv să mute informații de la un port de intrare pe liniile de date, astfel încât microprocesorul să poată citi aceste informații în regiștrii proprii. Linia I/O Write Command (Comandă pentru scrierea la porturile de intrare/ieșire) cere unui dispozitiv de intrare/ieșire să preia informațiile transmise de microprocesor pe liniile de date și să le mute la portul de ieșire.

Deoarece microprocesorul poate să genereze sau să solicite date mai repede decât pot să manipuleze aceste date dispozitivele de intrare/ieșire sau chiar memoria, magistrala PC asigură unele rezerve pentru a face microprocesorul să aștepte până când celelalte componente ale sistemului recuperează întârzierea. Prin dezactivarea semnalului de pe linia I/O Channel Ready (Canalul de intrare/ieșire este pregătit), controllerul de memorie sau dispozitivul de intrare/ieșire cere microprocesorului să facă o pauză de unul sau mai multe cicluri de ceas.

Dacă microprocesorul nu primește un semnal pe această linie la începutul unui ciclu de ceas, atunci când încearcă să folosească magistrala, așteaptă până la începutul următorului ciclu de ceas pentru a încerca din nou – și continuă să aștepte până când primește semnalul „ready“. Specificațiile IBM nu permit ca aceste perioade de așteptare să dureze mai mult de zece cicluri de ceas.

## Controlul accesului direct la memorie (DMA)

Informațiile pot fi transferate dintr-un punct în altul al calculatorului mult mai repede prin controlul DMA decât prin intermediul microprocesorului. Totuși, pentru aceste operații de transfer, controllerul DMA trebuie să aibă sub comandă atât liniile de adrese, cât și liniile de date. În plus, dispozitivele conectate la magistrală trebuie să poată cere controllerului DMA să facă aceste transferuri, iar controllerul DMA trebuie să poată semnala sistemului când a terminat. Pentru aceste funcții sunt folosite mai multe linii ale magistralei.

Linia Address Enable (Activare adrese) este folosită pentru a transmite controllerului DMA că microprocesorul s-a deconectat de la magistrală și permite controllerului DMA

să preia comanda. După activarea acestui semnal, controllerul DMA preia comanda asupra liniilor de date și de adrese, precum și asupra liniilor de control pentru scrierea și citirea din memorie.

La sfârșitul unui transfer DMA, controllerul trimite un impuls pe linia Terminal Count (Sfârșit de numărare). Acesta este numit astfel deoarece impulsul reprezintă terminarea numărării octeților transferați de controllerul DMA. (Numărul de octeți trebuie să fie declarat înainte de începerea transferului, astfel încât să poată fi numărat.)

Dispozitivele transmit controllerului DMA cererea de transfer printr-un impuls pe una dintre cele trei linii DMA Request (Cerere DMA). Fiecărei linii îi este asociat un nivel de prioritate corespunzător cifrei din denumire, numărul 1 având cea mai înaltă prioritate, iar numărul trei cea mai mică prioritate.

Pentru a indica faptul că o cerere a fost recepționată de controllerul DMA și a informa restul sistemului privind confirmarea unei cereri de transfer DMA, sunt asigurate patru linii DMA Acknowledge (Confirmare DMA). Trei dintre acestea (1, 2 și 3) sunt folosite pentru confirmarea cererilor de transfer făcute pe magistrală, corespunzând liniilor de cerere cu același număr. A patra linie, cu numărul zero, confirmă reîmprospătarea memoriei (care, de asemenea, împiedică accesul altor dispozitive la magistrala PC).

În sfârșit, magistrala PC pune la dispoziție cinci linii pentru cererile de întrerupere (Interrupt Request), care sunt folosite de diferite dispozitive pentru a trimite către microprocesor semnale hardware prin care să îi atragă atenția și să mute execuția la un alt proces. Liniile pentru cererile de întrerupere sunt etichetate cu numere de la doi la șapte, în ordinea descrescătoare a priorității.

Întreruperile zero și unu nu sunt disponibile pe magistrală, fiind folosite intern de PC în circuitele de pe placa de bază. Prima dintre acestea este controlată de contorul de timp al sistemului și generează o întrerupere periodică de 18,2 ori pe secundă. A doua este dedicată deservirii tastaturii, generând o întrerupere la fiecare apăsare a unei taste. În plus, o întrerupere specială – numită Non-Maskable Interrupt sau NMI, deoarece nu poate fi dezactivată (mascată) prin software în timpul operării normale a sistemului – este folosită pentru semnalarea erorilor de paritate.

## Extensia pe 16 biți

Ca să aducă magistrala PC pe 8 biți, care deja îmbătrânea, în lumea pe 16 biți a calculatoarelor AT, IBM a pus la punct un al doilea conector. Conectorul de margine auxiliar, cu același interval între pini (0,1 inci, măsurat între centrele a două contacte alăturate), dar cu mai puțini pini (38 față de 62), a fost adăugat în fața vechiului conector, pentru a asigura o compatibilitate bună cu plăcile mai vechi. Deoarece conectorul pe 8 biți rămânea în aceeași poziție, plăcile pe 8 biți puteau fi instalate fără probleme în sloturile de 16 pini, pur și simplu ignorând conectorul suplimentar. În același timp, plăcile pe 16 biți puteau fi instalate în cele mai multe sloturi pe 8 biți, conectorul suplimentar rămânând neconectat și nefiind folosit. Lipsa semnalelor indica atât plăcii cât și calculatorului că al doilea conector nu era folosit.

### Magistrala de date

Adăugirile evidente apărute la trecerea de la 8 la 16 biți sunt cele opt linii suplimentare de date. Noile linii de date, etichetate Data 8 – Data 15, completează secvența începută cu primele opt, crescând în semnificație o dată cu numărul etichetei.

Deoarece în același calculator pot exista dispozitive pe 8 și pe 16 biți, trebuie prevăzute modalități pentru a indica numărul biților folosiți de fapt pentru fiecare operație de intrare/ieșire sau acces la memorie. Pentru a simplifica acest lucru, IBM folosește mai multe semnale. Unul dintre acestea se numește System Bus High Enable (Activarea părții superioare a magistralei) și trebuie să fie activ pentru transferurile pe 16 biți. În plus, plăcile de extensie indică sistemului gazdă faptul că transferul de date care se desfășoară este o operație pe 16 biți, prin semnalele Memory 16-bit Chip Select în cazul operațiilor cu memoria și I/O 16-bit Chip Select, pentru operațiile de transfer ale unui dispozitiv de intrare/ieșire.

În afara încetinirii accesului la memorie cu semnalul I/O Channel Ready, magistrala AT furnizează și un semnal de accelerare a acestor operații. Semnalul Zero Wait State indică faptul că ciclul curent de magistrală poate fi încheiat fără stări de așteptare.

## Magistrala de adrese

Pentru a permite accesul la domeniul de adrese de 16 MB al microprocesoarelor 80286, folosite în sistemele AT, IBM a mărit numărul de linii de adrese la 24. Totuși, în loc să adauge numai patru noi linii, IBM a adăugat opt.

Noile linii de adrese sunt diferite de cele vechi prin faptul că nu blochează semnalul – aceasta înseamnă că valoarea nu este păstrată pe linii de placa de bază pe toată durata ciclului de memorie. Valorile sunt păstrate numai până la lansarea comenzii de citire sau de scriere, după care devin nedefinite. Memorarea adresei pentru perioada necesară intră în sarcina plăcilor de extensie. Această tehnică permite operarea mai rapidă pe magistrală.

Funcțiile pentru citirea și scrierea memoriei ale magistralei AT au fost mutate pe conectorul suplimentar, pozițiile folosite de aceste semnale pe conectorul original (pe opt biți) fiind dedicate operațiilor cu memoria în mod real.

Pentru transferurile cu memoria în domeniul de adrese real de 1 MB este necesară activarea ambelor linii de citire sau de scriere. Dacă cererea de citire sau de scriere este făcută pentru zone de memorie dincolo de limita de 1 MB a memoriei reale, sunt activate numai liniile de citire sau de scriere (Memory Read sau Memory Write) de pe conectorul suplimentar. O placă de extensie pe opt biți nu primește niciodată o astfel de comandă (și nici nu o poate genera).

## Servicii de sistem suplimentare

Pentru a compensa insuficiența semnalelor de întrerupere și a canalelor DMA, care apare deseori în sistemele PC și XT atunci când sunt instalate mai multe porturi seriale, hard-discuri, sisteme de bandă sau alte periferice, IBM a dublat numărul acestora. Sunt disponibile două seturi de controllere DMA – un set asigură patru canale pe 8 biți și un set asigură patru canale pe 16 biți, dintre care unul poate fi folosit numai pe placa de bază. Operarea și prioritățile alocate canalelor DMA respectă modelul stabilit de PC. Canalul DMA 0 are prioritatea cea mai mare, iar canalul DMA 7 are prioritatea cea mai mică.

De asemenea, în sistemele AT a fost aproape dublat numărul de întreruperi – de la 8 la 15. Totuși, nu toate acestea sunt furnizate pe magistrala de extensie. Cinci întreruperi sunt rezervate pentru placa de bază: întreruperile 0, 1, 2, 8 și 13. În plus, magistrala AT permite partajarea întreruperilor, astfel încât aceeași întrerupere poate fi folosită pentru mai multe funcții.

### Partajarea magistralei

Ca și în cazul celui de-al optulea slot al sistemelor XT, IBM a făcut un efort de creștere a puterii magistralei PC. În sistemele AT, IBM a permis operarea mai multor microprocesoare pe magistrală, și această posibilitate nu a fost restricționată la un singur slot.

Partajarea magistralei ISA seamănă cu un ciclu DMA. Placa de extensie care conține microprocesorul suplimentar activează o cerere DMA și așteaptă o confirmare. După ce primește această confirmare, microprocesorul suplimentar activează linia Master a magistralei, care îi dă controlul complet asupra tuturor liniilor de adrese, de date și de control ale magistralei. Pentru o scurtă perioadă, acesta comandă întregul calculator.

Lungimea perioadei este limitată de reîmprospătarea memoriei, pentru care este necesar accesul sistemului gazdă la memoria RAM. Dacă microprocesorul suplimentar încearcă să răpească mai mult de 15 microsecunde din timpul magistralei, sistemul gazdă poate să își piardă memoria, deoarece cipul de extensie deține controlul total și sistemul gazdă nu mai poate să-și reîmprospăteze memoria.

Pentru a împiedica întreruperile nedorite în timpul ciclurilor de reîmprospătare a memoriei, magistrala AT conține și o linie numită Refresh (Reîmprospătare), care semnalează desfășurarea unei operații de reîmprospătare a memoriei.

## ISA Plug-and-Play

Standardul ISA lasă în seama dumneavoastră configurarea sistemului. Trebuie să vă asigurați că fiecare placă de extensie instalată în sistem primește întreruperile, domeniile de adrese, adresele de porturi și canalele DMA de care are nevoie. De asemenea, trebuie să vă asigurați că cerințele unei plăci nu intră în conflict cu nici o altă placă din sistem. Înainte de a instala o placă de extensie în sistem, trebuie să verificați poziția jumperelor și a comutatoarelor DIP ca să vă asigurați că acestea nu generează conflicte cu alte componente ale sistemului. Uneori sunteți binecuvântați cu o placă prevăzută cu o procedură proprie de configurare – și trebuie să parcurgeți un program scris de cineva care parcă ar încerca să creeze un cifru ce nu poate fi înțeles de CIA. Atunci când apar inevitabilele conflicte, sunteți puși în fața bucuriei nelimitate de a avea un calculator sau un dispozitiv periferic care refuză să funcționeze și nu spune de ce. Vina cade asupra dumneavoastră, ca administrator al PC-ului, și trebuie să pierdeți o mulțime de timp ispășindu-vă pedeapsa – să vă înconjurați cu manuale, caiete de notițe și să folosiți un calculator hexazecimal care să vă ajute să puneți lucrurile la punct.

Magistrala ISA Plug-and-Play transferă toată această muncă entității electronice aflate cel mai aproape de problemă, adică tocmai PC-ului. Folosind caracteristicile specificate de standard, plăcile de extensie individuale pot să comunice sistemului propriile cerințe și substituțiile pe care le acceptă, iar sistemul poate să facă aranjamentele corespunzătoare.

Plăcile Plug-and-Play funcționează fără modificări pe magistrala ISA, dar procesul de configurare este simplificat în sistemele avansate care folosesc un singur semnal specific fiecărui conector de magistrală. Principalele modificări cerute de standardul ISA Plug-and-Play sunt adăugarea unor regiștri speciali la fiecare placă de extensie și posibilitatea fiecărei plăci de a se deselecta, deconectându-se de la magistrală, astfel încât să nu răspundă la comenzile și semnalele destinate altor plăci de extensie.

### Secvența de izolare

Elementul cheie pentru configurarea individuală a unui sistem ISA Plug-and-Play este posibilitatea de izolare a unei plăci de celelalte. Specificațiile ISA Plug-and-Play standardizează secvența de izolare folosită.

De fiecare dată când porniți sistemul sau faceți o încărcare la rece, plăcile ISA Plug-and-Play instalate intră în starea Wait for Key (Așteptarea cheii). În această stare, plăcile refuză să răspundă la semnalele de pe magistrală până la primirea unei chei de inițializare. Atunci când o placă primește codul unei chei de inițializare, trece în starea Sleep (Somn). Placa respectivă (și restul PC-ului) așteaptă apoi o comandă Wake[Card Select Number]. După primirea acestei comenzi, plăcile trec în starea Isolation (Izolare), care le permite să asculte semnalele de pe magistrală.

Calculatorul gazdă execută apoi o serie de 72 de operații de citire a regiștrilor care conțin numărul de identificare al plăcii. Fiecărei plăci de extensie ISA Plug-and-Play (nu doar fiecărui model) i se asociază în timpul fabricării un număr de identificare care ar trebui să fie unic într-un PC. După ce numărul fiecărei plăci este identificat în mod unic, toate celelalte plăci sunt trecute din nou în starea Sleep și este scris un număr unic în registrul CSN (Card Select Number) al plăcii. În urma scrierii acestui număr, placa trece în starea Configuration (Configurare). În această stare placa poate fi configurată independent (deoarece toate celelalte plăci sunt în starea Sleep) sau poate fi trecută din nou în starea Sleep prin trimiterea unei comenzi Wake[0]. Numărul CSN alocat plăcii poate fi apoi folosit pentru izolarea sau comandarea individuală a plăcii selectate.

Plăcile care au primit un număr CSN ies din secvența de izolare. Sistemul poate apoi să continue procesul până când toate plăcile primesc un număr CSN (Card Select Number) unic.

### Alocarea resurselor

Standardul ISA Plug-and-Play permite oricărei plăci să ceară cel mult patru domenii de adrese de memorie nesecvențiale, cel mult opt adrese nesecvențiale pentru porturile de intrare/ieșire, cel mult două niveluri de întrerupere separate și cel mult două canale DMA. Sistemul poate să interogheze o placă de extensie privind cerințele de resurse numai atunci când aceasta se află în starea Configuration. O singură placă se poate afla în starea Configuration la un moment dat; această stare este selectată fie în timpul secvenței de izolare, fie prin trimiterea unei comenzi Wake cu numărul CSN unic al plăcii (care trebuie să fi fost alocat anterior în timpul secvenței de izolare).

## Peripheral Component Interconnect

„Magistrala de mâine“ este probabil cea mai bună caracterizare a standardului Peripheral Component Interconnect creat de Intel. Dintre toate sistemele de extensie folosite astăzi în PC-urile desktop, PCI are cele mai multe șanse să înlocuiască o dată pentru totdeauna vechea magistrală ISA. Aceste șanse sunt susținute de trei caracteristici. Magistrala PCI este destul de rapidă pentru generația actuală de microprocesoare. În plus, este independentă de microprocesor, așa că dacă lumea PC-urilor se va îndepărta de microprocesoarele Intel, magistrala PCI va putea asigura extinderile, indiferent de cipurile cu care sunt echipate calculatoarele. În sfârșit, magistrala PCI nu are competitori reali și este puternic susținută. Spre deosebire de VL Bus, magistrala PCI este proiectată pentru înlocuirea, nu pentru suplimentarea magistralelor de extensie convenționale și este susținută (și creată) de cel mai mare

producător independent de microprocesoare și de circuite semiconductoare din lume – probabil una dintre cele două companii care ar putea înlocui IBM în poziția care îi permite impunerea standardelor în industria calculatoarelor. (Care este cealaltă? Microsoft, desigur.)

Deși magistrala PCI a avut un început mai greu, atunci când s-a dovedit că seturile de cipuri inițiale conțineau erori, producătorii de calculatoare și-au declarat aproape universal susținerea. Primele mașini PCI asigură trecerea între standarde, fiind echipate cu magistrale ISA și PCI. Totuși, pe măsură ce noul standard va cuceri piața, vor exista tot mai puține motive de a privi înapoi. În final, calculatoarele personale vor putea să rupă lanțurile care le leagă de proiectarea pragmatică a primului PC.

## Prezentare generală a arhitecturii

Scopul original al magistralei PCI a fost să facă viața mai ușoară celor care proiectează plăcile de bază și seturile de cipuri. PCI nu era atât de mult o magistrală de extensie, cât un sistem de interconectare, de aici și numele pompos; componentă periferică (peripheral component) este doar un termen mai răsunător pentru cipuri, iar interconexiune înseamnă o simplă legătură. Exact ce se dorea a fi magistrala PCI – o legătură simplă și rapidă între cipuri.

Chiar și atunci când PCI nu avea pretenția de a fi un standard de magistrală, posibilitățile de legare promiteau revoluționarea proiectării PC-urilor. Într-o vreme când fiecare nouă generație de cipuri Intel cerea producătorilor de plăci și seturi de cipuri să-și reproiecteze produsele, PCI promitea un standard comun, independent de familia sau generația de microprocesoare. Așa cum a fost imaginat inițial, standardul PCI ar fi permis proiectanților să lege întregul univers al microprocesoarelor, coprocesoarelor și cipurilor de suport fără o logică suplimentară de legătură – acea mulțime de cipuri necesare pentru a asigura corespondența între semnalele folosite de circuitele integrate – și la o viteză care nu era limitată de frecvența ceasului. Toate cipurile care respectă standardul PCI pot fi conectate pe o placă de circuite fără să fie necesară o logică de legătură. Acest lucru poate duce la scăderea prețurilor pentru PC-uri, făcând proiectarea mai economică și în același timp crescând fiabilitatea, prin reducerea numărului de componente.

Ca legătură între cipuri, magistrala PCI a fost proiectată să opereze la viteza maximă de ceas a microprocesoarelor Intel – 33 MHz și chiar mai mult. Această viteză face critică chiar și organizarea traseelor de circuit de pe placa de bază. Ca urmare, specificațiile PCI originale conțineau indicații privind configurația fizică a cipurilor care trebuiau conectate pe placa de bază. Intel considera că dispozitivele PCI trebuie dispuse fizic cât mai grupat, astfel încât conexiunile cipurilor la traseele paralele de circuit cu viteză mare (formând pe placă magistrala numită de Intel PCI Speedway) să se afle la distanța de aproximativ un inci. Cipurile trebuie să fie instalate alternativ de o parte și de alta a magistralei de mare viteză, astfel încât cipurile de pe aceeași parte să fie dispuse la distanța de doi inci. Acest mod de proiectare reduce lungimea magistralei și efectele capacitive care limitează frecvența de operare.

Modelul publicat era complet deschis, deoarece intenția firmei Intel era de a face din PCI singurul standard industrial pe baza căruia fabricanții de cipuri să-și proiecteze produsele. Un astfel de standard deschis ar stimula producătorii terți să creeze o mare varietate de cipuri cu funcții specializate care pot fi atașate cu ușurință la magistrala PCI – nu doar controllere video, ci și controllere SCSI, adaptoare LAN și produse audio-video pentru sistemele multimedia.

Magistrala PCI a fost lansată inițial într-o lume care avea nevoie de un standard pentru magistrale locale, cu puțin timp înainte ca standardul VL Bus să fie ratificat oficial. Standardul PCI original descria o magistrală locală, dar una rezidentă pe placa de bază. Deși specificațiile menționau semnalele necesare pentru o magistrală de extensie externă, lipsea tocmai lucrul cerut de industria calculatoarelor: configurația pinilor pentru conectoarele de extensie. Aparent, magistrala PCI proiectată pentru placa de bază era compatibilă cu VL Bus. Totuși, această compatibilitate nu era prevăzută în planurile pe termen lung ale firmei Intel.

Atunci când a actualizat specificațiile PCI astfel încât să corespundă cu caracteristicile microprocesorului Pentium, Intel a completat și piesa lipsă din modelul original. Specificând nu numai configurația pinilor, ci o întreagă arhitectură pentru plăcile de extensie, inginerii de la Intel au adus magistrala PCI în prim-planul sistemelor de extensie.

Ca și VL Bus, magistrala PCI revizuită a fost proiectată să lucreze în interiorul PC-urilor bazate pe magistrala moștenită ISA sau pe una dintre magistralele de tranziție (Micro Channel sau EISA). Spre deosebire de VL Bus, magistrala PCI era completă prin ea însăși și nu avea nevoie de conectarea la o altă magistrală. Standardul PCI prevedea conectarea plăcilor PCI numai la magistrala PCI, primind toate semnalele de care aveau nevoie de la conectorul PCI. Noul standard definea compatibilitatea fizică, astfel încât aceeași placă putea fi ușor adaptată pentru tipodimensiunile unui sistem moștenit.

Un avantaj principal al magistralei PCI este independența de procesor. Aceasta înseamnă că circuitele și semnalele nu sunt legate de cerințele unei anumite familii sau generații de microprocesoare.

Această caracteristică elimină magistrala PCI din lista magistralelor locale. Chiar dacă standardul a fost dezvoltat de Intel, modelul PCI nu este limitat la microprocesoarele Intel. De fapt, este de așteptat ca unele sisteme echipate cu microprocesoare DEC Alpha să folosească magistrale PCI.

Deși magistrala PCI poate asigura aceleași performanțe ca și magistrala locală a sistemului gazdă, este despărțită de microprocesor printr-un nivel intermediar. Această poziție a făcut ca magistrala PCI să fie numită și magistrală mezanin.

## Viteza magistralei

Magistrala PCI poate opera sincron sau asincron. În primul caz, viteza de operare a magistralei depinde de ceasul microprocesorului gazdă, iar componentele PCI sunt sincronizate cu microprocesorul gazdă. De obicei, magistrala PCI operează la o fracțiune din viteza interfeței externe a microprocesorului gazdă. În modelele obișnuite, magistrala PCI operează la jumătate din viteza externă a microprocesorului – de exemplu, o magistrală PCI rulează la 33 MHz, în timp ce viteza externă a microprocesorului este de 66 MHz. Standardul PCI permite operarea la orice frecvențe între 20 și 33 MHz, pentru a permite sincronizarea cu cele mai multe microprocesoare folosind valori rezonabile de multiplicare.

În cazul operării asincrone, între viteza magistralei PCI și viteza microprocesorului nu există nici o legătură. De exemplu, este posibil ca viteza externă a microprocesorului să fie 50 MHz, în timp ce magistrala PCI rulează la 33 MHz. Operarea asincronă permite rularea magistralei la viteze mari, ceea ce poate îmbunătăți performanțele dispozitivelor de extensie.

Magistrala PCI este proiectată pentru a menține integritatea datelor chiar și la frecvența de 0 MHz, ceea ce înseamnă oprirea completă. Deși la 0 MHz nu sunt transmise date, acest mod de lucru permite trecerea PC-urilor portabile în modul așteptare sau suspendare.

Deși toate dispozitivele periferice PCI ar trebui să poată lucra la 33 MHz, magistrala PCI permite și conectarea unor periferice mai lente. Pentru adaptarea plăcilor care nu pot lucra la viteză maximă, magistrala PCI include trei semnale pentru controlul fluxului, care indică dacă un dispozitiv periferic sau o placă poate să trimită sau să primească date. Unul dintre aceste semnale întrerupe tranzacția curentă. Ca urmare, tranzacțiile PCI pot avea loc la viteze mult mai mici decât rata de transfer implicată de frecvența de 33 MHz a magistralei.

Standardul PCI permite extinderea magistralei în afara plăcii de bază, dar limitează la trei numărul conectoarelor de extensie. (Totuși, standardul nu impune existența conectoarelor). Ca și în cazul magistralei VL Bus, numărul acestora este limitat de frecvența mare de operare a magistralei PCI. Mai multe conectoare înseamnă creșterea capacității magistralei și ar face operarea la viteze mari mai puțin fiabilă.

Pentru asigurarea operării fiabile la viteze mari fără terminatoare (care sunt folosite de magistralele SCSI), pentru magistrala PCI Intel a optat pentru un sistem de transmitere reflectată a semnalelor, în locul transmiterii directe pe magistrala PCI. Pentru activarea unui semnal pe magistrală, un dispozitiv ridică (sau coboară) semnalul numai până la jumătatea nivelului de activare. Așa cum se întâmplă pe orice magistrală, semnalul de înaltă frecvență destinat sloturilor se propagă pe liniile magistralei și este reflectat de capătul neterminat al conductoarelor. Semnalul reflectat se combină cu semnalul original, dublându-i valoarea, care ajunge astfel la nivelul tensiunii de activare.

Interfața PCI de bază necesită numai 47 de conexiuni discrete pentru dispozitivele sau plăcile slave, plus alte două semnale pentru plăcile master. Pentru asigurarea tensiunilor de alimentare multiple, a semnalelor de masă și a spațiilor libere pentru cheile care împiedică inserarea greșită a plăcilor de extensie, conectorul PCI pe 32 de biți are 124 de pini. Fiecare semnal de pe magistrală se învecinează (în partea plăcii de extensie sau în partea opusă) cu un semnal de alimentare sau cu un semnal de masă, pentru reducerea radiațiilor.

## Multiplexarea

Deși numărul de conexiuni al sistemului PCI pare mare, Intel a trebuit să recurgă la un truc ca să păstreze numărul de pini la o valoare acceptabilă. Semnalele de date și de adrese sunt multiplexate în timp pe aceiași 32 de pini. Aceasta înseamnă că semnalele de date și de adrese folosesc aceleași conexiuni de magistrală (liniile de la AD00 la AD31). Într-un ciclu de ceas, liniile de date și de adrese transmit valoarea adresei și stabilesc locația în care sau din care sunt mutate informațiile. La următorul ciclu de ceas, aceleași linii sunt folosite pentru transportarea datelor reale.

Aceste cicluri adrese/date nu scad viteza de lucru a magistralei. Chiar și în modelele nemultiplexate, liniile de adrese sunt folosite într-un ciclu de magistrală, apoi liniile de date sunt folosite în următorul ciclu de magistrală. Mai mult, magistrala PCI are un mod propriu de lucru în rafale, care elimină necesitatea alternării ciclurilor de adrese și de date. În timpul transferurilor în rafale, un singur ciclu de adrese poate fi urmat de mai multe cicluri de date, permițând accesul la locații secvențiale de memorie.

Magistrala PCI realizează multiplexarea folosind un semnal special, numit Cycle Frame (FRAME#). Apariția semnalului Cycle Frame identifică începutul unui ciclu de transfer și indică faptul că pe magistrala de adrese se află o adresă validă. Semnalul Cycle Frame este menținut în continuare activ pe toată durata transferului de date.

### Operarea în rafale

Folosirea semnalului Cycle Frame permite magistralei PCI să ofere un mod de lucru în rafale care nu este limitat la 4 cicluri și 16 octeți, așa cum se întâmplă în cazul magistralei VL Bus și al microprocesoarelor 486 actuale. În timpul transferurilor în rafale, un singur ciclu de adrese poate fi urmat de mai multe cicluri de date, care permit accesul la locații secvențiale de memorie, numărul acestora fiind limitat doar de cererile de acces la magistrală ale altor dispozitive și de alte funcții de sistem (cum ar fi reîmprospătarea memoriei). Transmiterea datelor continuă cât timp este menținut activ semnalul Cycle Frame. La fiecare nou ciclu de ceas în care semnalul Cycle Frame are valoarea unu, pe magistrală sunt transmise noi date. Dacă semnalul Cycle Frame este activ pentru un singur ciclu de date, are loc un transfer obișnuit. Dacă semnalul rămâne activ mai multe cicluri de date, se transferă o rafală. De fapt, modul de lucru în rafale al magistralei PCI este echivalent cu modurile de transmitere în flux continuu (streaming data mode) al magistralelor de tranziție.

Acest mod de lucru în rafale stă la baza ratei de transfer de 132 MB/sec cu care este evaluată magistrala PCI pe 32 de biți. (Cu extensia pe 64 de biți, rata de transfer maximă a magistralei PCI ajunge la 264 MB/sec.) Desigur, magistrala PCI atinge această rată de transfer numai în timpul unei rafale. Ciclul inițial de adrese răpește o parte din timp și micșorează rata de transfer reală (pierderile sunt cu atât mai mici cu cât blocurile de date sunt mai mari.) Totuși, productivitatea este limitată în primul rând de informațiile suplimentare transmise în sistem.

Chiar dacă sistemul PCI anticipează că toate dispozitivele care respectă acest standard vor folosi toate cele 32 de linii, standardul permite și transferurile pe lățimi mai mici. Patru semnale Byte Enable (de la C/BE0# la C/BE3#) sunt folosite pentru a indica blocurile de un octet de pe magistrala pe 32 de biți care conțin date valide. În sistemele pe 64 de biți, alte patru semnale (de la C/BE4# la C/BE7#) indică blocurile de octeți suplimentare.

Pentru dispozitivele care nu pot opera la viteza maximă a magistralei PCI, standardul prevede trei semnale pentru controlul fluxului: Initiator Ready (IRDY#, pe pinul B35), Target Ready (TRDY#, pe pinul A36) și Stop (STOP#, pe pinul A38). Semnalul Target Ready este activat atunci când un dispozitiv de pe magistrală este pregătit să furnizeze date în timpul unui ciclu de citire sau să accepte date în timpul unui ciclu de scriere. Atunci când este activat, semnalul Initiator Ready arată că un master de magistrală este pregătit să termine o tranzacție aflată în curs de desfășurare. Semnalul Stop este transmis de un dispozitiv țintă care cere unui dispozitiv master să oprească tranzacția curentă.

## Semnale pentru integritatea datelor

Pentru a asigura integritatea informațiilor care traversează magistrala, specificațiile PCI impun verificarea parității atât în ciclurile de date, cât și în cele de adrese. Un bit (semnalul PAR) este folosit pentru confirmarea parității pe cele 32 de linii de date/adrese și pe cele patru semnale Byte Enable asociate. Pentru implementările pe 64 de biți, este folosit încă un semnal de paritate. Semnalul de paritate rămâne în urmă cu un ciclu față de datele pe care le verifică, iar valoarea semnalului este astfel stabilită încât suma acestuia, a valorii de date/adrese și a semnalelor Byte Enable să fie '1' logic.

Dacă în timpul unui transfer de date este detectată o eroare de paritate, controllerul de magistrală activează semnalul Parity Error (PERR#). Modul de acțiune la detectarea erorilor – de exemplu, retransmiterea datelor – depinde de configurația sistemului. Un

alt semnal, System Error (SERR#), este activat în cazul erorilor de paritate pentru adrese și al altor erori.

Verificarea parității pe magistrala de date este cu atât mai importantă cu cât cresc viteza și lățimea magistralei. O dată cu complexitatea magistralei, crește și probabilitatea de apariție a erorilor. Verificarea parității previne apariția unor probleme care ar afecta informațiile transmise pe magistrală.

## Controlul și arbitrarea magistralei

Modelul PCI de bază acceptă și tehnicile de control arbitrat al magistralei, specifice altor magistrale de extensie avansate, dar are un limbaj propriu de comandă (un cod pe patru biți) și asigură suportul pentru cache-ul secundar.

În timpul funcționării, un master de magistrală trimite către sistemul gazdă un semnal prin care cere să i se acorde controlul magistralei și începe transferarea datelor după ce primește confirmarea. Fiecare placă PCI primește semnale specifice slotului pentru cererile de control al magistralei și de primire a confirmării. Această abordare permite o flexibilitate mai mare pentru alocarea priorităților și pentru protocolul de arbitrare. Proiectantul calculatorului poate să adapteze procedura de arbitrare conform necesităților proprii, nefiind obligat să accepte ideile inginerilor care au conceput specificațiile originale ale magistralei.

Controlul magistralei PCI se realizează cu ajutorul a două semnale speciale, Request (REQ#) și Grant (GNT#). Un dispozitiv master activează semnalul Request propriu atunci când dorește să preia controlul magistralei. Ca răspuns, resursa centrală („central resource“, numele folosit de Intel pentru circuitele de pe placa de bază partajate de toate dispozitivele conectate la magistrală, incluzând logica de control a magistralei) trimite un semnal Grant prin care permite dispozitivului master să preia controlul magistralei. Fiecare dispozitiv PCI are propriile semnale Request și Grant.

Ca magistrală de extensie autonomă, PCI asigură semnale pentru întreruperile hardware. Magistrala PCI include patru semnale sensibile la nivel (de la INTA# la INTD# pe pinii A6, B7, A7 și B8) care permit partajarea întreruperilor. Specificațiile PCI nu definesc întreruperile și modul de partajare a acestora. Chiar și relațiile dintre cele patru semnale sunt lăsate în seama proiectantului. (De exemplu, proiectantul poate defini o întrerupere proprie sau poate să definească până la 16 întreruperi separate ca valori binare). De obicei, aceste detalii sunt implementate în driverul de dispozitiv al plăcii PCI. Liniile de întrerupere nu sunt sincronizate cu celelalte semnale de pe magistrală și pot fi activate în orice moment al ciclului de magistrală.

## Evoluția către operarea la tensiuni mici

Specificațiile PCI anticipează și o eventuală trecere de la logica standard, la 5 volți, către operarea la 3,3 volți, pentru economisirea energiei. PCI folosește un sistem de chei fizice, descrise în Capitolul 2, „Plăcile sistemului“, pentru a se asigura că plăcile care funcționează la alte tensiuni nu sunt conectate din greșeală în sisteme incompatibile.

## Limitarea numărului de sloturi

Frecvențele înalte, radiațiile și alte efecte electrice complotează pentru a limita numărul sloturilor de extensie care pot fi conectate într-un anumit sistem de magistrală. Aceste limite devin evidente mai ales în cazul magistralelor locale care operează la frecvențe mari de ceas. Toate standardele actuale pentru magistrale locale limitează la trei numărul dispozitivelor care pot fi conectate la o singură magistrală.

Remarcați că limita este specificată în dispozitive, nu în sloturi. Multe sisteme de magistrală locală folosesc o conexiune la magistrala locală pentru sistemele de afișare de pe placa de bază. Aceste circuite sunt luate în calcul ca un dispozitiv conectat la magistrala locală, așa că PC-urile cu circuite video pe magistrala locală pot să ofere cel mult două sloturi de extensie pe magistrala locală.

Limita de trei dispozitive este rezultatul unor considerente de viteză. Cu cât magistrala este mai mare, cu atât crește capacitatea electrică dintre circuite (deoarece acestea interacționează pe o distanță mai mare). Fiecare conector suplimentar determină creșterea capacității. Cu cât viteza este mai mare, cu atât capacitatea circuitelor degradează în mai mare măsură semnalele. Singura modalitate de depășire a pierderilor capacitive este folosirea unor semnale de pornire mai puternice. Pentru menținerea vitezei mari și a unui nivel acceptabil al semnalelor, standardele impun limita de trei dispozitive.

În practică, limita de trei dispozitive nu reprezintă nici un dezavantaj. În același calculator pot exista mai multe magistrale de extensie PCI, conectate prin punți. Fiecare dintre aceste submagistrale folosește propriile circuite de control. Din punctul de vedere al extinderii sistemului – sau din punctul de vedere al plăcilor de extensie – împărțirea sistemului în mai multe magistrale nu aduce nimic nou. Semnalele ajung acolo unde trebuie și acesta este singurul lucru care contează. Nu trebuie să-și facă probleme decât cei care proiectează sistemele – și nici aceste probleme nu sunt prea mari. Setul de cipuri rezolvă cele mai multe probleme legate de magistrala de extensie.

## Configurare

Standardul PCI se bazează pe sistemul Plug-and-Play pentru configurarea magistralei și a plăcilor de extensie, fără să fie necesară folosirea jumperelor sau a comutatoarelor DIP. Plăcile de extensie care respectă specificațiile PCI includ regiștri pentru stocarea informațiilor de configurare. Acești regiștri sunt folosiți pentru configurarea automată a sistemelor. Sistemul de configurare PCI necesită 256 de regiștri. Pentru asigurarea compatibilității, spațiul de configurare este strict definit de specificațiile PCI. Un semnal special, Initialization Device Select (IDSEL), dedicat fiecărui slot, activează operațiile de citire și de scriere cerute de sistemul de configurare Plug-and-Play.

## Standarde și coordonare

Standardul PCI este gestionat și întreținut de organizația PCI Special Interest Group. Ultimele versiuni ale specificațiilor sunt disponibile la următoarea adresă:

PCI Special Interest Group

2575 NE Kathryn St. #17

Hillsboro, OR 97124

Fax: (503) 693-8344

`http://www.pcisig.com`

# PC Card

Deși calculatoarele desktop rămân câmpul de bătălie pentru proiectanții de magistrale, producătorii de sisteme notebook au ales un singur standard în jurul căruia s-au raliat: PC Card, promulgat de PCMCIA (Personal Computer Memory Card Industry Association). În plus, magistrala PC Card este flexibilă și cooperativă. Deoarece sunt

independente de sistemul de operare și de dispozitiv, aceleași periferice PC Card pot fi conectate la sisteme PC, Mac, Newton sau la alte generații care încă nu au apărut. Sistemul de extensie PC Card poate coexista într-un PC cu magistrale specifice calculatoarelor desktop, precum ISA și PCI. Pot chiar să lucreze în alte echipamente decât calculatoarele – de la calculatoare de buzunar la ondulatoare de păr, sau de la stații de lucru CAD la aparate foto ultra-automatizate. Într-o bună zi s-ar putea să descoperiți o magistrală PC Card în prăjitorul de pâine sau în sintetizorul muzical.

Sistemul PC Card are posibilități de auto-configurare, așa că scăpați de comutatoare DIP, jumpere sau dischete cu programe de configurare. PC Card este diferită de alte standarde de magistrale prin faptul că permite conectarea unor dispozitive de extensie externe; nu este nevoie să deschideți PC-ul ca să adăugați un dispozitiv PC Card.

Modelul este atât de robust, încât puteți să instalați o placă PC Card în timp ce calculatorul funcționează, fără să vă faceți griji că ați putea să deteriorați placa, PC-ul sau datele stocate pe placă. Aceasta înseamnă că plăcile PC Card sunt proiectate pentru *schimbarea la cald*. Sistemul PC Card este astfel proiectat, încât să informeze sistemul de operare privind operația efectuată, oferindu-i posibilitatea să realoce resursele după schimbarea plăcilor. Sistemul de operare stabilește propriile reguli și s-ar putea să protesteze dacă schimbați plăcile fără o avertizare prealabilă, deși nu va fi afectată decât mândria dumneavoastră.

Inginerii care au proiectat standardul PC Card și l-au imaginat ca un sistem pentru instalarea memoriei pe plăci de forma cărților de credit – de aici și numele, Personal Computer *Memory Card* Industry Association. Plăcile PC Card erau considerate o modalitate convenabilă de înregistrare a programelor destinate PC-urilor portabile, eliminând necesitatea folosirii unor unități de disc. De atunci, standardul s-a dezvoltat, acoperind aproape toate posibilitățile de extindere – modemuri, plăci de rețea, adaptoare gazdă SCSI, subsisteme video și chiar unități de hard-disc.

## Istoric

PC Card 1.0, prima versiune a standardului PCMCIA, a fost publicată în septembrie 1990. Această versiune prevedea folosirea cartelelor numai pentru memorie semiconductoare, ca mijloc de stocare. Dar standardul PC Card a nemulțumit atât producătorii de calculatoare sub-notebook, cât și proiectanții de periferice, care considerau că standardul ar putea fi extins pentru a încorpora și dispozitive de intrare/ieșire, nu numai memorie.

Ca rezultat, specificațiile PC Card au fost actualizate în septembrie 1991, standardizând o interfață generalizată, care permitea atât folosirea memoriei, cât și a dispozitivelor de intrare/ieșire. În plus, versiunea 2.0 prevedea folosirea unor cartele mai groase, permițând încorporarea unei game lărgite de circuite semiconductoare. De asemenea, permitea rularea programelor direct de pe cartelele PC Card, în loc să impună descărcarea codului în memoria RAM standard.

Păstrând vechea regulă, a fost menținută compatibilitatea înapoi: cartelele proiectate conform standardului PCMCIA versiunea 1.0 pot fi instalate și funcționează în mașinile care respectă versiunea 2.0. Totuși, deoarece versiunea 2.0 introduce o serie de caracteristici pe care dispozitivele hardware mai vechi nu le înțeleg, este posibil ca noile cartele să nu funcționeze în sistemele mai vechi. Deoarece cartelele cu grosime normală din ambele generații sunt identice din punct de vedere fizic, noile cartele încap în sistemele vechi. Nici o combinație de cartele și sisteme nu are ca rezultat deteriorarea

vreunuia dintre capetele conexiunii. Aceste caracteristici au fost menținute până la versiunile curente ale standardului.

Desigur, compatibilitatea înapoi a fost, în perioada de început a standardului, o problemă fără importanță practică. Singurele dispozitive limitate la sloturile PCMCIA versiunea 1.0 au fost sistemele subnotebook Poqet. Toate PC-urile moderne acceptă cartele din orice generație.

Standardul PC Card complet (precum și dezvoltarea pe 32 de biți, CardBus, prezentată mai jos) înseamnă mai mult decât un simplu set de specificații fizice pentru dimensiunile cartelelor și configurația pinilor. Standardul descrie și formatele fișierelor, structurile de date, o metodă prin care cartelele pot transmite sistemului gazdă configurația și posibilitățile, precum și o modalitate independentă de dispozitiv de acces la componentele hardware și software ale cartelei, independent de sistemul de operare.

## Prezentare generală a arhitecturii

La prima vedere, standardul PCMCIA de bază pare puțin arhaic ca magistrală de extensie. Oferă doar o interfață pe 16 biți, îi lipsesc unele caracteristici avansate, precum controlul magistralei, și asigură o singură linie pentru cereri de întrerupere (IRQ). Sistemul de extensie PCMCIA nu este o simplă extindere a circuitelor de magistrală ale calculatorului. Acest sistem include totul, de la socluri independente de sistemul gazdă la apeluri de program care leagă componentele software în sistemul PCMCIA.

Un dispozitiv hardware care respectă standardele PCMCIA poate conține până la 255 de adaptoare PCMCIA, acestea fiind circuitele care leagă semnalele de pe placa PC Card cu sistemul gazdă. La fiecare adaptor pot fi legate până la 16 socluri PC Card separate, așa cum pot fi legate două hard-discuri la un controller IDE sau șapte dispozitive la un adaptor gazdă SCSI. Ca urmare, standardul permite conectarea la un sistem a unui număr de până la 4080 plăci PC Card.

Memoria și regiștrii de intrare/ieșire ai fiecărei plăci PC Card sunt mapați individual în domeniul de adrese al dispozitivului gazdă. În acest fel adresele de pe placă nu trebuie să fie identice cu cele ale sistemului gazdă. Sistemul gazdă obține accesul la resursele plăcii PC Card prin una sau mai multe ferestre, care sunt domenii de memorie sau de regiștri ce pot fi adresate direct de sistemul gazdă. Întreaga memorie a unei plăci PC Card poate fi mapată într-o singură fereastră (așa cum se întâmplă în cazul extensiilor de memorie, de exemplu) sau poate fi paginată (precum memoria EMS) în mai multe ferestre. Metoda de acces este determinată chiar de placa PC Card, prin informațiile de configurare stocate în memoria proprie.

## Caracteristici fizice

Piesa centrală a sistemului de extensie PCMCIA este chiar placa PC Card. Măsurând 54 pe 85 milimetri (2,126 pe 3,37 inci) și având o grosime de 3,3 milimetri (puțin peste o optime de inci), plăcile PC Card respectă modelul cartelelor de memorie (inclusiv IC Card) standardizate de JEIDA (Japan Electronic Industry Design Association). Prima versiune PCMCIA a combinat aceste dimensiuni cu un conector Fujitsu cu 68 de pini. Acest model poartă numele Type I PC Card.

Grosimea primelor tipuri de cartele s-a dovedit o limită inacceptabilă. Fără să mai socotim și grosimea plăcii, unele componente semiconductoare sunt mai groase de 3,3 milimetri. Printre cele mai importante „grăsane“ se numără cipurile EPROM, folosite pentru stocarea nevolatilă. (De exemplu, cele mai multe PC-uri folosesc cipuri EPROM

pentru stocarea codului BIOS de sistem.) Spre deosebire de cipurile ROM obișnuite, care sunt mai subțiri, memoriile EPROM pot fi reprogramate, dar pentru această operație este nevoie de o fereastră care să permită trecerea radiațiilor ultraviolete folosite pentru ștergerea conținutului cipului. Din cauza acestei ferestre, cele mai multe cipuri EPROM sunt mai groase de 3,3 milimetri.

Firma Fujitsu a fost pusă în fața acestei probleme în timpul dezvoltării codului firmware care trebuia încorporat pe cartelele de memorie și a dezvoltat o cartelă mai groasă, care putea fi instalată în aceleași socluri ca și cartelele standard. Producătorii de modemuri și alte dispozitive periferice au considerat cartelele Fujitsu mai potrivite pentru scopurile proprii. Pentru a se adapta acestor cartele, specificațiile PCMCIA 2.0 au standardizat o nouă soluție, numită Type II PC Card. Bazate, în esență, pe tipodimensiunea dezvoltată de Fujitsu pentru cipurile EPROM, plăcile Type II PC Cards au grosimea de 5 milimetri și, în rest, aceleași dimensiuni ca și cartelele din primul tip.

Conform standardului PC Card, grosimea suplimentară trebuie să fie concentrată într-un bloc planar, numit suprafață de substrat, în mijlocul plăcii. Această zonă mai groasă are lățimea de 48 mm și lungimea de 75. Pe fiecare latură a plăcii trebuie să rămână o margine de trei milimetri de grosimea plăcilor Type I, care permite folosirea acelorași ghidaje pentru ambele tipuri de plăci. De asemenea, 10 milimetri din partea frontală a plăcii păstrează grosimea de 3,3 mm a standardului Type I, astfel încât să poată fi folosite aceleași conectoare pentru oricare tip de placă. Desigur, fantele de instalare a cartelelor trebuie să fie destul de largi pentru a permite inserarea cartelelor cu grosime mai mare.

În septembrie 1992, organizația PCMCIA a aprobat al treilea tip de cartele PC Card. Acestea sunt și mai groase, mărind partea centrală a cartelelor de tip doi de la 5 la 10,5 mm, și sunt destinate hard-discurilor miniaturizate și altor componente mecanice asemănătoare. Ca și cartelele Type II, cartelele Type III PC Cards păstrează marginile mai subțiri care permit folosirea acelorași ghidaje și conectoare.

Practic, numai cartelele din prima generație se apropie de definiția unei plăci de dimensiunea cărților de credit. Cartelele Type II au partea centrală mai ridicată pentru a permite includerea diferitelor circuite. Cartelele Type III sunt destul de groase ca să includă un hard-disc miniaturizat. Figura 2.21 (din Capitolul 2) prezintă diferențele dintre cele trei tipuri de cartele.

Cartelele de tip I și II pot fi implementate și în formă extinsă. Acestea pot fi mai lungi cu 50 mm (ajungând la 135 mm) pentru includerea unor componente suplimentare. Aceste cartele extinse rămân în afara sloturilor PCMCIA standard cu aproximativ doi inci.

Pentru a permite inserarea ușoară și sigură a cartelelor în conectoare, standardul PC Card impune ghidarea cartelelor pe o lungime de cel puțin 40 mm, ghidajele ajungând până la 10 mm de marginea exterioară a slotului.

Organizarea plăcilor PC Card este, în esență, simetrică, ceea ce înseamnă că placa poate fi introdusă în slot cu fața în jos. Modelul PC Card elimină riscurile de deteriorare în cazul unor astfel de greșeli. Deși cartelele nu funcționează dacă sunt introduse invers, nici acestea și nici calculatorul în care sunt inserate nu se defectează.

Deoarece dimensiunea și poziția etichetelor de pe cartele sunt prevăzute de standard, după ce vă familiarizați cu organizarea unei plăci PC Card, veți ști care este orientarea corectă a tuturor plăcilor. Mai mult, și alte aspecte fizice ale plăcilor – poziția comutatorului de protejare la scriere (dacă există) și bateria (dacă este necesară) sunt standardizate. De asemenea, standardul PCMCIA recomandă ca bateriile de pe toate plăcile să fie orientate în aceeași direcție (cu terminalul pozitiv în sus).

Pe lângă măsurile fizice care ușurează inserarea cartelelor în socluri, doi pini – câte unul pe fiecare parte a conectorului – permit calculatorului să determine dacă placa este inserată corect. Dacă numai unul dintre cele două semnale de masă este prezent, înseamnă că placa este deplasată lateral sau nu este inserată corect în slot.

## Conexiunea cu magistrala

Toate tipurile de plăci PC Card folosesc conectoare cu 68 de pini, cu contactele aranjate pe două rânduri de câte 34 de pini. Distanța dintre linii și dintre pinii adiacenți de pe același rând este de 1,27 mm (0,050 inci). Pinii tată de pe cartelă intră într-un singur soclu din sistemul gazdă.

Pentru a asigura alimentarea corespunzătoare a cartelei, pinii sunt aranjați astfel încât conexiunile pentru tensiunea de alimentare și pentru masă sunt mai lungi (3,6 mm) decât pinii pentru semnale (3,2 mm). Datorită lungimii mai mari, pinii de alimentare sunt primii care intră în soclu, așa că eventualele semnale periculoase nu sunt aplicate unor circuite nealimentate. Cei doi pini (36 și 67) care indică inserarea corectă a plăcii sunt mai scurți (2,6 mm) decât pinii de semnal.

## Semnalele și operarea

Conectorul standard PC Card acceptă trei tipuri de plăci: plăci numai pentru memorie (care respectă versiunea 1.0 a standardului), plăci de intrare/ieșire și plăci multimedia.

Cu excepția a 10 pini, cei 68 de pini au funcții comune pentru cele două tipuri de cartele. Patru semnale de pe cartelele pentru memorie sunt definite diferit pentru cartelele de intrare/ieșire (pinii 16, 33, 62 și 63); trei semnale sunt modificate pentru funcțiile de intrare/ieșire (pinii 18, 52 și 61); și trei pini rezervați pe cartelele pentru memorie sunt folosiți de cartelele de intrare/ieșire (pinii 44, 45 și 60).

Standardul PC Card permite implementarea unor cartele care folosesc magistrale de date pe 8 sau 16 biți. Pentru operațiile cu memoria, două semnale, numite Card Enable (pinii 7 și 42) stabilesc lățimea magistralei. Pinul 7 activează octeții pari, iar pinul 42 activează octeții impari. Toți octeții pot fi citiți de un sistem pe 8 biți prin activarea pinului 7, dar nu și a pinului 42, și prin schimbarea valorii liniei celei mai puțin semnificative din magistrala de adrese (A0, pe pinul 29) pentru trecerea la următorul octet. Standardul CardBus extinde magistrala la 32 de biți.

### Controlul memoriei

Cartelele PC Card standard folosesc 26 de linii de adrese, ceea ce permite adresarea directă a cel mult 64 MB de date. Zonele de memorie de pe fiecare placă sunt independente. Aceasta înseamnă că fiecare placă PC Card poate să definească un domeniu de adrese de 64 MB ca memorie comună. Nu tot acest domeniu de adrese poate fi adresat direct de unele sisteme gazdă. Sistemele echipate cu microprocesoare 8088 sunt limitate la 1 MB de memorie adresabilă direct. Totuși, întregul domeniu de 64 MB poate fi adresat de astfel de sisteme prin intermediul unei ferestre PCMCIA.

Pe lângă memoria comună, fiecare placă are un spațiu secundar de adrese de 64 MB, dedicat memoriei de atribute, care conține informațiile de configurare ale plăcii. Nu este nevoie ca întreg domeniul să aibă asociată memorie fizică. De fapt, cel mai probabil este ca aproape toate plăcile PC Card să folosească numai câțiva kiloocteți pentru informațiile de configurare (CIS).

Dacă semnalul Register Select (pinul 61) este activat, cele 26 de linii de adrese nu mai indică locații din memoria comună, ci locații din memoria de atribute. Nu este

obligatoriu ca spațiul de adrese al memoriei de atribute să corespundă unui bloc de memorie separat de memoria comună. Pentru a evita necesitatea folosirii a două sisteme diferite de memorie, placa PC Card poate fi configurată astfel încât semnalul Register Select să indice un bloc din memoria comună folosit pentru stocarea informațiilor de configurare. Toate plăcile PC Card limitează accesul la memoria de atribute la o conexiune pe opt biți, folosind cei mai puțin semnificativi opt biți ai magistralei.

Cartelele de memorie care folosesc cipuri EPROM au deseori nevoie de tensiuni mai mari decât cele normale, pentru reprogramare. Pinii 18 și 52 ai interfeței PCMCIA asigură aceste tensiuni, atunci când sunt necesare.

## Transferurile de date

Pentru deschiderea sau închiderea accesului la datele de pe o placă PC Card, calculatorul gazdă trimite un semnal pe linia Output Enable (Activarea ieșirii) de pe pinul 9. Linia Ready/Busy (Pregătit/Ocupat) de pe pinul 16 de pe plăcile de memorie este folosită pentru a semnaliza faptul că placa execută alte operații și nu poate să accepte o operație de transfer. Același pin este folosit de plăcile de intrare/ieșire pentru cererile de întrerupere. Totuși, în timpul procesului de configurare, plăcile de intrare/ieșire pot să redefinească această linie pentru semnalele Ready/Busy. Plăcile de memorie sau I/O pot să întârzie terminarea unei operații – de fapt, încetinind sistemul gazdă pentru a acorda plăcii timpul necesar pentru executarea unei operații – prin activarea semnalului Extend Bus Cycle (Ciclu de magistrală extins) de pe pinul 59.

Pinul Write Protect (Protejare la scriere – pinul 33) transmite calculatorului gazdă starea comutatorului de protecție la scriere de pe plăcile de memorie. Pe plăcile de intrare/ieșire, acest pin indică faptul că portul I/O are lățimea de 16 biți.

Cele 26 de linii folosite pentru adresarea memoriei comune și a memoriei de atribute sunt folosite și pentru selectarea adreselor de porturi de pe plăcile de intrare/ieșire. Doi pini, I/O Read (Citire I/O – pinul 44) și I/O Write (Scriere I/O – pinul 45) indică faptul că liniile de adrese vor fi folosite pentru identificarea unui port și dacă operația este de scriere sau de citire.

Totuși, spre deosebire de adresele de memorie, toate plăcile PC Card dintr-un sistem partajează un singur domeniu de 67.108.864 de octeți (64 MB) pentru adresele de porturi. Ținând seama de faptul că magistrala AT permite numai 64 de adrese pentru porturi I/O, din care unele sisteme nu recunosc decât 16 KB, spațiul de adrese partajat pentru porturi nu reprezintă o limitare reală. Chiar alocând 16 KB de porturi fiecăreia dintre cele 4080 plăci PC Card care pot fi instalate într-un PC, tot mai rămân câteva adrese de porturi nefolosite. Semnalul de pe pinul 33 indică dacă porturile sunt pe 8 sau pe 16 biți.

Plăcile PC Card I/O au un singur semnal pentru cereri de întrerupere. Semnalul este mapat la una dintre liniile de întrerupere de către calculatorul gazdă. Cu alte cuvinte, placa PC Card generează o întrerupere generică și este responsabilitatea calculatorului gazdă să direcționeze această întrerupere pe canalul corespunzător.

Specificațiile PCMCIA cer ca toate plăcile PC Card să poată genera atât întreruperi declanșate pe frontul semnalului (specifice calculatoarelor PC și AT), cât și întreruperi sensibile la nivel (folosite de magistralele PCI). Pentru generarea întreruperilor, fiecare placă se conformează cerințelor calculatorului gazdă.

## Configurarea

Versiunea 2.0 a standardului PC Card prevede și un semnal de reinițializare (Reset) pentru toate plăcile, legat la pinul 58. Atunci când calculatorul gazdă activează acest semnal, plăcile se întorc la starea de dinainte de inițializare, plăcile de intrare/ieșire emulând plăcile de memorie.

Atunci când o placă PC Card este introdusă într-un slot, circuitele adaptorului PCMCIA din calculatorul gazdă presupun că aceasta este o cartelă de memorie. Placa se definește singură ca o placă de intrare/ieșire prin datele de configurare, pe care calculatorul gazdă le citește în procesul de inițializare. Cartelele multimedia se definesc într-un mod similar prin software și reconfigurează conectorul PC Card pentru acceptarea semnalelor speciale.

## Audio

Plăcile PC Card de intrare/ieșire au și o linie de ieșire audio. Această conexiune nu este destinată generării unor sunete de înaltă calitate, deoarece permite numai transmiterea unor semnale binare (activ/inactiv). Liniile audio ale tuturor plăcilor PC Card din sistem sunt legate printr-o poartă XOR (SAU EXCLUSIV), care alimentează un singur difuzor, echivalent cu sistemul de sunet al unui PC primitiv, fără placă de sunet.

## Zoomed video

Pentru aplicații video și audio de calitate mai bună, standardul PC Card definește cartele multimedia speciale. Atunci când recunoaște o placă multimedia, programul de control PC Card din PC redefinește multe dintre conexiunile plăcii, făcând conectorul să funcționeze ca port *zoomed video (video extins*).

În modul multimedia, 21 de semnale de adresă și 3 semnale de control sunt înlocuite cu 4 linii audio, 19 semnale video și un nou semnal de control. Semnalele video au ca scop scrierea directă în bufferul de cadre al calculatorului gazdă, ceea ce permite unei plăci PC Card să afișeze rapid imaginile. De fapt, orice dispozitiv de pe o placă PC Card, în modul zoomed video, are acces direct la ecranul PC-ului notebook. Pixelii pot fi afișați fără întârzierea inerentă transferurilor pe magistrală.

Conexiunea PC Card este doar o parte a sistemului zoomed video. Și PC-ul gazdă trebuie să fie astfel proiectat încât să permită accesul la bufferul de cadre prin conectorul portului.

În ciuda numelui atrăgător, modul zoomed video nu crește viteza de afișare pe ecranul PC-ului. Viteza de afișare este îmbunătățită numai dacă pe placa PC Card sau CardBus se află un accelerator de grafică sau un alt dispozitiv video de înaltă performanță.

## Alimentarea

Pinii 62 și 63 de pe plăcile de memorie furnizează două semnale legate de starea bateriei. Pinul 63 indică starea bateriei: dacă este activ, starea bateriei este bună. Dacă este inactiv, înseamnă că bateria trebuie înlocuită. Pinul 62 rafinează această informație, indicând dacă nivelul bateriei este suficient pentru a păstra informațiile de pe cartelă fără erori. Dacă semnalul nu este activ s-ar putea ca integritatea memoriei de pe placă să fie deja compromisă.

Standardul PC Card permite atât operarea la tensiunea TTL standard de cinci volți, cât și operarea cu consum mai mic de energie, la 3,3 volți. Primele cartele care operau la tensiuni scăzute erau inițializate la tensiunea de 5 volți, apoi treceau la tensiuni mai mici, conform informațiilor de configurare. Plăcile actuale pot funcționa direct la 3,3 volți.

## Interfața software

Standardul PC Card are nevoie de mai multe straturi software pentru asigurarea compatibilității între arhitecturi. PC-urile, de exemplu, au nevoie de două straturi de drivere software – serviciile de soclu și serviciile de placă – pentru acceptarea sloturilor, pe lângă driverele cerute de fiecare placă individuală. (De exemplu, un modem are nevoie de un driver pentru modem.)

Ca și în cazul altor progrese hardware, Windows 95 a contribuit la succesul standardului PC Card. Suportul pentru standardul de extensie este integrat în sistemul de operare (ca și în Windows 98). Deși Windows NT (până la versiunea 4.0) nu include suportul pentru plăcile PC Card, Windows 2000 acceptă acest standard. Cele mai multe sisteme acceptă plăcile după ce le introduceți, instalând automat componentele software necesare. Plăcile neobișnuite sau obscure vă cer doar să instalați drivere pentru caracteristicile specifice producătorului, folosind procesul de instalare inclus în Windows.

### Serviciile de soclu

Pentru conectarea unei plăci PC Card la un PC gazdă cu arhitectură Intel, PCMCIA a definit o interfață software numită servicii de soclu (socket services). Prin folosirea unui set de apeluri de funcții de sub întreruperea 1A (pe care serviciile de soclu o folosesc în comun cu ceasul CMOS de timp real), componentele software au acces la caracteristicile plăcilor PC Card, fără să fie necesare cunoștințe specifice despre componentele hardware care implementează aceste caracteristici. Cu alte cuvinte, serviciile de soclu asigură accesul la placa PC Card independent de componentele hardware, într-o manieră asemănătoare cu cea folosită de codul BIOS al unui PC. De fapt, serviciile de soclu sunt astfel proiectate încât pot fi incluse chiar în codul BIOS al PC-ului. De asemenea, serviciile de soclu pot fi implementate și sub forma unui driver de dispozitiv, așa că funcțiile PCMCIA pot fi adăugate și la PC-urile existente.

Folosind serviciile de soclu, calculatorul gazdă stabilește fereastra folosită de placa PC Card pentru acces. În continuare, memoria sau regiștrii pot fi adresați direct de calculatorul gazdă. De asemenea, octeți individuali sau multipli pot fi citiți sau scriși prin apeluri de funcții furnizate de serviciile de soclu.

### Serviciile de placă

În septembrie 1992, PCMCIA a aprobat un standard pentru serviciile de placă (Card Services), care definește o interfață de program pentru accesul la plăcile PC Card. Acest standard stabilește un set de apeluri de program care se leagă de serviciile de soclu, independent de sistemul de operare al calculatorului gazdă. Ca și serviciile de soclu, care sunt asociate cu întreruperea 1A, serviciile de placă pot fi implementate fie ca driver, fie ca parte a sistemului de operare. (Pentru sistemele de operare în mod protejat, precum OS/2 și Windows NT, este necesară a doua formă de implementare).

## Configurarea

Pentru ca un sistem avansat să funcționeze, fiecare placă PC Card trebuie să aibă posibilitatea de a se identifica și de a-și comunica propriile caracteristici către sistemul gazdă. Mai precis, fiecare placă trebuie să-i poată comunica sistemului gazdă câtă memorie conține, tipul dispozitivului (memorie cu semiconductoare, disc, dispozitive de intrare/ieșire sau alte dispozitive periferice), formatul datelor, viteza de lucru și o mulțime de alte date privind operarea plăcii.

## Structura de identificare a plăcii

Introducerea tuturor datelor necesare la fiecare instalare a unei plăci PC Card ar fi o operație anevoioasă și chiar periculoasă. Ar fi necesară introducerea unei cantități mari de date și apăsarea greșită a unei singure taste ar putea șterge pentru totdeauna datele de pe placă. Ca urmare, PCMCIA a dezvoltat un sistem independent, prin care informațiile de configurare ale plăcii pot fi transmise sistemului gazdă, indiferent de structura datelor stocate pe placă și de sistemul de operare al calculatorului gazdă.

Sistemul de configurare PCMCIA, numit structură de identificare a plăcii (Card Identification Structure – CIS) sau metaformatul plăcii, parcurge o succesiune de niveluri de compatibilitate pentru a stabili legătura necesară între placa PC Card și calculatorul gazdă. Ca și interfețele hardware, nivelurile CIS sunt din ce în ce mai specifice dispozitivelor.

Numai primul nivel, nivelul de compatibilitate de bază, este obligatoriu. Acest nivel indică modul de organizare a spațiului de stocare de pe placă. La acest nivel sunt semnificative numai două tipuri de informații: structura de date folosită chiar de nivelul de compatibilitate și informațiile despre dispozitivul fizic, cum ar fi numărul de capete, de cilindri și de sectoare folosite de un disc fizic sau emulat.

## Formatul de înregistrare a datelor

Următorul nivel este formatul de înregistrare a datelor (Data Recording Format Layer), care specifică modul de organizare a datelor la nivel de bloc. Începând cu versiunea 2.0 sunt acceptate patru formate de date: blocuri neverificate, blocuri cu corectarea erorilor prin sume de control, blocuri cu verificarea ciclică a erorilor prin redundanță și date care nu sunt organizate pe blocuri și nu corespund modului de organizare a discurilor (de exemplu, datele cu acces aleator, precum cele stocate în memorie).

## Nivelul de organizare a datelor

Al treilea nivel CIS, nivelul de organizare a datelor (Data Organization Layer), specifică modul logic de organizare a datelor pe placă – adică formatul specific sistemului de operare pentru care sunt organizate datele. PCMCIA recunoaște patru posibilități: DOS, sistemul de fișiere flash al firmei Microsoft pentru memoriile flash RAM, formatul XIP (execute-in-place) al organizației PCMCIA pentru memoriile ROM și organizări specifice aplicațiilor. Sistemul de fișiere Microsoft Flash este un sistem de operare proiectat specific pentru restricțiile memoriilor flash. Acest sistem reduce la minim rescrierea acelorași zone de memorie, pentru a extinde durata limitată de viață a mediului de stocare și pentru a permite creșterea vitezei de actualizare a blocurilor de memorie modificate.

## Standarde specifice sistemelor

Al patrulea nivel CIS este rezervat pentru standarde specifice anumitor medii de operare. De exemplu, standardul XIP definește modul de citire și de executare a programelor codate pe plăcile ROM.

Formatul XIP al organizației PCMCIA permite rularea programelor stocate în memorii cu acces numai pentru citire, fără să fie mai întâi încărcate în memoria principală a sistemului (cu acces pentru scriere și citire). Organizarea specifică aplicațiilor permite dezvoltatorilor să creeze moduri de organizare proprii pentru implementarea unor caracteristici speciale.

## Memoria pentru atribute

Informațiile de configurare pentru toate aceste niveluri sunt stocate într-o zonă rezervată de pe plăcile PC Card, numită memorie pentru atribute. Această zonă este izolată de spațiul obișnuit de stocare al plăcii, care în versiunea PCMCIA 2.1 este numită memorie

comună. Informațiile CIS sunt structurate ca un lanț de blocuri de date numite tupluri, fiecare având o lungime de 128 de octeți. Pentru a asigura tuturor sistemelor un punct comun din care să înceapă căutarea datelor CIS, primul tuplu al metaformatului se află la prima adresă din memoria pentru atribute. În acest fel, datele se află în zona de adrese accesibilă chiar și celor mai primitive microprocesoare, care nu au acces decât la 1 MB de memorie RAM. Deoarece trebuie să funcționeze în orice PC sau în orice alt calculator gazdă, sistemul CIS presupune că memoria este accesibilă numai pe octeți.

Primii doi octeți ai fiecărui tuplu, precum și formatul mai multor tupluri predefinite, sunt strict definiți. Primul octet codifică funcțiile tuplului și parametrii descriși de acesta. Al doilea octet face legătura cu următorul tuplu din lanț (dacă există) – de fapt, specifică numărul de octeți de date din tuplu, ceea ce indică, desigur, locul din care începe următorul tuplu. Specificațiile PCMCIA 2.1 definesc opțiunile disponibile pentru mai multe tupluri obișnuite. Producătorii de plăci PC Card au posibilitatea să adauge propriile tupluri pentru stocarea datelor de configurare care conțin caracteristici de proprietar.

Pe măsură ce necesitățile de stocare și de extensie ale PC-urilor și ale altor dispozitive electronice evoluează, probabil și standardul PCMCIA PC Card se va dezvolta. Fără îndoială, acesta este sistemul de extensie al viitorului – și primul sistem universal pentru schimburi de date.

# CardBus

Pentru a aduce plăcile PC Card în lumea calculatoarelor pe 32 de biți, PCMCIA a adaptat magistrala de extensie PCI la formatul cărților de credit, în noiembrie 1994, creând standardul CardBus. Așa cum PC Card este o versiune miniaturizată a magistralei ISA, CardBus reduce dimensiunile magistralei PCI, asigurând aceleași rate de transfer al datelor, cu o singură excepție importantă: din cauza restricțiilor în proiectarea conectorului, CardBus permite numai extensii pe 32 de biți, în timp ce standardul PCI acceptă și magistrale pe 64 de biți. Deși CardBus nu este un sistem PCI adevărat – este proiectat ca un sistem pe 32 de biți independent de platformă – din punct de vedere funcțional este echivalent cu o magistrală PCI și folosește protocolul PCI pentru operațiile pe magistrală.

## Caracteristici noi

Pe lângă magistrala mai lată și mai rapidă și protocolul de tip PCI, CardBus aduce câteva noi caracteristici în repertoriul PC Card. Sistemul CardBus acceptă arbitrarea și controlul magistralei cu mai multe dispozitive care acționează ca master de magistrală, după modelul PCI. Un dispozitiv CardBus poate să preia comanda propriilor transferuri către sistemul gazdă și să elibereze microprocesorul PC-ului de această sarcină. De asemenea, sistemul CardBus încorporează un nou mod de modulare audio în lățimea impulsului. Acest mod permite unui dispozitiv CardBus să transfere semnale audio în formă digitală, pe o singură linie a magistralei. La fel ca toate semnalele audio, semnalele PWM sunt formate dintr-o serie de impulsuri, dar echivalentul audio este determinat de lungimea fiecărui impuls, nu de un model codat de impulsuri. (A se vedea Capitolul 18, „Audio“, pentru o discuție despre funcționarea modulării în lățimea impulsului.) Modul PWM permite unui dispozitiv CardBus să transfere în timp real mai multe semnale audio de înaltă calitate.

## Alimentarea

Toate cartelele CardBus operează la 3,3 volți, păstrând tendința de trecere la tensiuni de operare mai mici, atât pentru PC-urile desktop, cât și notebook. Cartelele CardBus folosesc sistemul de chei al cartelelor PC Card, astfel încât nu puteți să introduceți un

produs CardBus într-un slot PC Card care permite numai operarea la 5 volți (ceea ce ar putea să deterioreze placa, PC-ul sau ambele).

Tensiunea mică de operare asigură un consum minim de energie, primită de la calculatorul gazdă. Și sistemul de configurare a fost proiectat pornind de la problema alimentării. Atunci când un produs CardBus este pornit, sunt alimentate numai o parte a circuitelor acestuia, destul pentru a permite calculatorului gazdă să citească structura de identificare a cartelei (CIS). Sistemul gazdă poate astfel să afle ce tip de cartelă este, de câtă energie are nevoie pentru alimentare și dacă are resursele necesare pentru funcționarea plăcii. Numai după ce calculatorul gazdă determină compatibilitatea produsului CardBus și îl acceptă, placa este complet alimentată. Pe lângă faptul că sistemul gazdă poate să respingă produsele care i-ar consuma inutil resursele energetice, această procedură împiedică apariția unei suprasarcini de tensiune la pornirea PC-ului.

### Compatibilitatea

Una dintre principalele intenții în proiectarea sistemului CardBus a fost asigurarea continuității cu standardul PC Card. PCMCIA dorea ca plăcile CardBus și PC Card să fie compatibile, în cea mai mare măsură posibilă.

Totuși, una dintre compatibilități nu a putut fi depășită. Sistemul CardBus acceptă numai operarea la 3,3 volți, așa că sloturile CardBus sunt inaccesibile pentru plăcile PC Card la 5 volți. O cheie de tensiune vă împiedică să introduceți plăci PC Card de 5 volți în sloturile CardBus. Cu excepția diferenței de tensiune, cele două tipuri de sloturi acceptă cartele care respectă oricare dintre standarde. Aceasta înseamnă că toate plăcile PC Card la 3,3 volți încap și funcționează în sloturi CardBus.

Principala dificultate de asigurare a compatibilității între plăcile CardBus și plăcile PC Card a fost includerea celor 32 de biți de adrese și a celor 32 de biți de date pe un conector cu 68 de pini, păstrând destule conexiuni pentru funcțiile de suport. Cel mai simplu expedient de proiectare a fost cel folosit pentru magistrala PCI, respectiv multiplexarea. Conexiunile CardBus au funcții duble, manipulând atât adresele cât și datele, ceea ce reduce la jumătate numărul pinilor și face posibilă implementarea unei magistrale pe 32 de biți pe o cartelă cu 68 de pini.

## Standarde și coordonare

Unul dintre principalii factori care au contribuit la succesul standardului PC Card este faptul că acesta nu a fost lansat și brevetat de o singură companie sau de un mic grup. Standardul este dezvoltat de un grup numit Personal Computer Memory Card International Association (PCMCIA), care are mai mult de 220 de membri, implicați în toate aspectele industriei calculatoarelor și a produselor electronice. Plăcile CardBus continuă această tradiție de dezvoltare. Diferitele standarde PCMCIA sunt complet deschise și toate specificațiile sunt disponibile pentru oricine le cere organizației. Organizația PCMCIA nu funcționează complet independent, ci cooperează cu alte organizații care dezvoltă standarde. De exemplu, prin colaborarea cu asociația JEIDA (Japan Electronic Industry Development Association), începând din decembrie 1989, PCMCIA a asigurat dezvoltarea cu adevărat internațională a standardelor. În prezent, fiecare dintre cele două organizații trimite delegații la întrunirile celeilalte.

Pe lângă eforturile de extindere a standardelor PCMCIA către noile tehnologii, precum căile de date pe 32 de biți și controlul magistralei, PCMCIA dezvoltă și standarde pentru încorporarea unor tipuri specifice de dispozitive în sisteme. Grupul a descris deja cerințele pentru standardul XIP (execution-in-place), care permite executarea

programelor direct pe plăcile PC Card pe care sunt stocate, în loc să fie mai întâi transferate în memoria RAM, ca și cum ar fi stocate pe disc. De asemenea, PCMCIA a dezvoltat standarde pentru conectarea discurilor IDE de tip ATA (AT Attachment) în soclurile PC Card.

Pentru obținerea unor informații suplimentare despre produsele și standardele PCMCIA, apelați la următoarea adresă:

Personal Computer Memory Card International Association

1030 East Duane Avenue, Suite G

Sunnyvale, CA 94086

(408) 720-0107

Fax: (408) 720-9416

`http://www.pc-card.com`

## CompactFlash

Uneori, chiar și o placă PC Card este prea mare, așa că industria produselor electronice, condusă de Intel, aflată în căutarea unor soluții de miniaturizare, a dezvoltat un standard și mai mic. Numit *Miniature Card*, acesta a fost dezvoltat ca o versiune redusă a plăcilor PC Card, destinat, în principal, dispozitivelor de memorie. Deși standardul Miniature Card nu a reușit să cucerească piața, moștenitorul acestuia, CompactFlash, a fost folosit pe scară largă în domeniul aparatelor foto digitale. Deși inginerii au dezvoltat standardul Miniature Card ca un format de extensie cu scop general, o aplicație a dominat gândurile proiectanților de cartele: memoria. O mare varietate de dispozitive electronice au nevoie de memorie compactă și amovibilă. Dintre acestea, cele mai importante au fost, la început, aparatele foto digitale.

Intel a dezvoltat standardul Miniature Card și a publicat versiunea inițială (numită, destul de logic, 1.0) pe 29 februarie 1996. Imaginate ca o soluție perfectă pentru memoria aparatelor foto digitale și a echipamentelor de înregistrare audio miniaturizate, plăcile Miniature Card măsurau mai puțin de 1,5 inci pe fiecare latură și puteau stoca până la 64 MB, folosind orice tehnologie de memorie standard. Limita a fost impusă de modelul magistralei, bazat pe standardul PC Card.

În 1994, SanDisk, un producător de plăci PC Card, a pus la punct un nou model de cartele, numite CompactFlash. Așa cum sugerează și numele, produsul era destinat împachetării memoriei flash într-un format suficient de mic pentru instalarea într-un aparat foto digital, fără să fie necesar un atelaj de catâri pentru transport. Până în 1998, următorii producători de aparate foto adoptaseră formatul CompactFlash:

Canon
Casio
Chinon
Hewlett-Packard
Kodak
NEC
Nikon
Sharp

Specificațiile CompactFlash sunt controlate de CompactFlash Association, sau CFA, fondată de Apple Computer, Canon, Eastman Kodak, Hewlett-Packard, LG Semicon, Matsushita, Motorola, NEC, Polaroid, SanDisk, Seagate și Seiko Epson. Organizația întreține un sit Web la adresa `www.compactflash.org`.

Unul dintre primii susținători ai diferitelor specificații PCMCIA, SanDisk a folosit magistrala PC Card ca model pentru semnalele cartelelor CompactFlash. Din punct de vedere logic, interfața se conformează specificațiilor AT Attachment, iar programele au acces la memoria de pe placă ca și cum aceasta ar fi o unitate de disc.

Din punct de vedere electric, cartelele CompactFlash operează la fel ca plăcile PC Card. Ca rezultat, fiecare cartelă trebuie să conțină propria logică de control și să se conformeze standardelor de format logic promulgate de PCMCIA. Din această cauză, cartelele CompactFlash sunt mai complexe decât cartelele concurente, *SmartMedia*, prezentate mai târziu. Deși cantitatea mai mare de circuite crește și costul fabricării cartelelor, integrarea pe scară largă și volumele mari de producție pot să reducă acest handicap. De fapt, prețurile celor două medii sunt comparabile, deși cartelele SmartMedia păstrează un mic avantaj.

Complexitatea mai mare adăugată de compatibilitatea cu plăcile PC Card are și un mare avantaj: permite adaptarea cartelelor CompactFlash la sloturile PC Card cu dimensiune standard. Adaptorul necesar nu conține componente electronice – ceea ce îl face mai ieftin – și nu trebuie să asigure decât corespondența fizică a cartelelor mai mici în sloturile mai mari și redirecționarea circuitelor pentru conectorul mai mare folosit de standardul PC Card.

Cartelele CompactFlash standard măsoară 43 mm (1,7 inci) pe 36 mm (1,4 inci) pe 3,3 mm (0,13 inci), având aceeași grosime ca și cartelele PC Card, dar numai un sfert din suprafața acestora. Pentru creșterea capacității fizice, organizația CFA a pus la punct și un format puțin mai mare, denumit CompactFlash Type II. Având o grosime de 5 milimetri, noul format este echivalent cu cartelele Type II CardBus și PC Card.

Spre deosebire de unitățile de disc fizice, cartelele CompactFlash rezistă la eforturi fizice mai mari (aproximativ 2000 G) și funcționează într-un domeniu mai larg de temperaturi (de la –25°C la +75°C pentru CompactFlash, comparat cu +5°C la +55°C pentru unitățile de disc obișnuite). Durata de viață a mediului depășește 100 de ani, integritatea datelor fiind protejată prin controlul dinamic al defectelor și prin corectarea erorilor.

Capacitățile cartelelor CompactFlash pornesc de la 2 MB. În prezent, cea mai mare capacitate a unei cartele este de 32 MB, cu valorile intermediare 4, 8, 10, 15 și 20 MB. Sistemele gazdă pot să dubleze capacitatea de stocare a unei cartele, folosind programe de comprimare, deși aparatele foto digitale folosesc comprimarea JPEG, care nu poate fi comprimată mai mult prin algoritmi standard.

Modelul CompactFlash necesită operarea la tensiuni duale. Toate cartelele sunt complet compatibile cu sistemele la 3,3 și 5 volți. Orice cartelă funcționează în orice sistem, indiferent de tensiunea de alimentare.

Cele mai multe sisteme de operare asigură suportul pentru interfața logică PCMCIA folosită de cartelele CompactFlash prin drivere software. Cartelele CompactFlash pot fi folosite sub DOS, Windows 95 și 98, OS/2, Apple Macintosh și cele mai multe versiuni UNIX.

# SmartMedia

Producătorii susțin că *SmartMedia* este cel mai subțire și mai mic tip de cartele flash amovibile, având aproximativ o treime din dimensiunea plăcilor PC Card, adică 45x37x0,76 mm. Apare sub forma unei plăcuțe monolitice de plastic, ceea ce și este. Capsula turnată (OMTP sau overmolded thin package) conține unul sau mai multe cipuri de memorie, într-o carcasă de protecție. Conexiunile necesare pentru interfața pe 8 biți sunt asigurate de 22 de contacte, aranjate pe două rânduri.

După ce a dezvoltat formatul sub numele *Solid-State Floppy Disk Card*, sau SSFDC, un nume care mai este încă păstrat în adresa sitului Web de suport (`http://www.ssfdc.or.jp/english/`), creatorul formatului (Toshiba) a omologat numele SmartMedia. Formatul SmartMedia este folosit în prezent de mai mulți producători de aparate foto digitale, printre care se numără aproape toate companiile japoneze, împreună cu Agfa și Apple. Următorii producători de aparate digitale sprijină formatul SmartMedia:

Agfa
Apple
Epson
Fuji
Minolta
Olympus
Toshiba
Sega
Sanyo

Dimensiunile mici ale cartelelor SmartMedia nu sunt o piedică pentru capacitățile mari de stocare. Deși primele cartele ofereau doar capacități între 2 MB și 8 MB, Toshiba a dezvoltat un sistem de conectare și de împachetare cu densitate mare, care permite creșterea capacității de stocare a formatului SmartMedia. Specificațiile curente permit o capacitate maximă de 128 MB.

Capacitatea totală a fiecărei cartele este organizată în blocuri de aproximtiv 16 KB, fiecare bloc conținând 32 de pagini cu câte 528 de octeți. Deoarece memoria este bazată pe circuite semiconductoare, timpul de acces este mic, fiind evaluat la 7 microsecunde. Transferarea unui bit prin interfața serială are nevoie de numai 50 de nanosecunde, ceea ce înseamnă o frecvență de ceas de 20 Mbiți/sec. În timpul operațiilor reale, pot fi atinse rate de transfer de la 0,5 la 1,0 MB/sec. Scrierea este mai lentă – aproximativ două milisecunde pentru ștergerea unui bloc de 16 KB și încă 200 de microsecunde pentru rescrierea acestuia.

Inima cartelei SmartMedia sunt cipurile NAND flash EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) incluse în capsula de plastic. Tehnologia de memorie NAND flash folosită de cartelele SmartMedia asigură funcții rapide de scriere și ștergere, plus viteze mari de citire, cu un consum minim de energie. Tehnologia Toshiba de dublare a capacității permite ca două cipuri să fie asamblate pe o singură placă de circuit, inclusă apoi în cartela de bază, fiind conectate electric astfel încât să pară un singur cip. Acest model electric simplu este cheia care poate duce la reducerea prețului cartelelor SmartMedia. În ciuda numelui, cartelele nu sunt foarte inteligente. Nu conțin decât memorie. Controllerul se află în sistemul gazdă. Pentru funcționarea într-un slot PC Card, este necesar un adaptor care conține un controller. Ca urmare, aceste adaptoare sunt mai scumpe decât adaptoarele de slot PC Card folosite pentru cartelele CompactFlash.

Formatul logic al datelor stocate pe cartelele SmartMedia se bazează pe standardele de fișiere AT Attachment și DOS, fiind compatibil cu PC-urile pe care rulează sistemele de operare Windows 95, Windows 98, Windows NT sau OS/2 Warp. De asemenea, funcționează pe calculatoarele Apple Macintosh.

Specificațiile SmartMedia acceptă cartele la 5 și 3,3 volți. Tensiunea folosită este codată printr-o crestătură care nu vă permite să instalați o cartelă într-un sistem gazdă care furnizează o altă tensiune de alimentare. O crestătură în partea dreaptă indică folosirea tensiunii de 3,3 volți, iar o crestătură în partea stângă indică folosirea tensiunii de 5 volți.

# Capitolul 8
# Tehnologii de stocare masivă

*Stocarea masivă reprezintă spațiul în care stocați datele pe care trebuie să le aveți la îndemână, dar care nu încap în memorie. Proiectate pentru stocarea și redarea rapidă a unor cantități de date de ordinul megaocteților, dispozitivele de stocare masivă au fost domeniul tradițional al discurilor magnetice, dar în prezent și alte tehnologii și formate cu destinații speciale își așteaptă șansa de a pătrunde pe piață.*

Stocarea masivă reprezintă locul în care salvați ceea ce lucrați. Se numește *masivă* deoarece puteți să salvați cantități mari de date și stocare deoarece păstrează datele în siguranță, chiar și după întreruperea alimentării. PC-urile actuale folosesc diferite dispozitive de stocare masivă, fiecare cu propriile avantaje. Astfel de dispozitive sunt:

| *Dispozitiv* | *Funcție principală* | *Pe scurt* |
|---|---|---|
| Dischete | Schimbul de date | Vechile dischete ofereau capacități mici la prețuri mici; noile dischete oferă capacități moderate la prețuri moderate. |
| Hard-discuri | Stocare primară | Păstrează toate datele și programele dumneavoastră în sistem, întotdeauna pregătite pentru acces instantaneu. |
| Cartușe de disc | Schimb de date și salvări de siguranță | Vă permit să faceți copii ale datelor pentru a le da și altor utilizatori sau pentru a vă proteja împotriva dezastrelor. |
| Discuri magneto-optice | Schimb de date și salvări de siguranță | Vă permit să faceți copii ale datelor pentru a le da și altor utilizatori sau pentru a vă proteja împotriva dezastrelor. |
| CD | Distribuție | Oferă distribuitorilor de programe și de muzică un mediu ieftin pentru livrarea produselor software. |
| DVD | Distribuție | Oferă distribuitorilor de programe și producătorilor de filme un mediu ieftin pentru livrarea produselor software. |
| Benzi magnetice | Salvări de siguranță | Vă permit să păstrați în locuri sigure copii ale datelor, pentru a vă proteja împotriva dezastrelor. |
| Memorii flash | Schimb de date | Oferă un spațiu temporar de stocare pentru date pe care puteți să le transferați între diferite dispozitive, cum ar fi un aparat foto digital și un PC. |

Diferența între geniu și inteligență este dată de informațiile stocate. Cei isteți reacționează rapid, dar adevăratele genii apelează la amintiri, la experiență și la cunoștințe ca să găsească răspunsurile corecte. Nici calculatoarele personale nu sunt altfel. Echiparea unui PC cu un microprocesor rapid nu ar avea nici un sens fără un mijloc de stocare a programelor și a datelor în vederea folosirii curente și viitoare.

Sistemul de stocare masivă este soluția de echipare a PC-ului cu memoria de lungă durată de care acesta are nevoie.

Sistemul de stocare masivă este un fel de debara electronică, un spațiu în care puneți informațiile pe care nu vreți să le aveți în imediata apropiere, dar pe care nici nu vreți să le aruncați. Ca și pălăriile de paie, rachetele de tenis, resturile de tapet lavabil și alte lucruri pe care le îngrămădiți în spatele ușilor, regăsirea unui anumit obiect poate să dureze mai mult decât atunci când îl aveți undeva la îndemână.

Stocarea masivă poate fi online, accesibilă instantaneu prin comenzile microprocesorului, sau offline, caz în care necesită unele intervenții suplimentare (cum ar fi introducerea unui cartuș într-o unitate) pentru ca sistemul să aibă acces la octeții de care are nevoie. Uneori este folosit termenul *stocare near-line*, pentru sistemele în care informațiile nu sunt disponibile instantaneu, dar pot fi aduse la dispoziția microprocesorului printr-o comandă. Un astfel de exemplu sunt mecanismele automate care selectează discurile CD-ROM (sau cartușele de bandă magnetică).

Transferul octeților din sistemul de stocare masivă în memorie determină viteza de acces la informațiile stocate. În sistemele online practice, timpul de acces variază de la mai puțin de 0,01 secunde pentru cele mai rapide hard-discuri la 1.000 de secunde pentru unele sisteme de bandă, ceea ce înseamnă o diferență de cinci ordine de mărime.

Prin definiție, cele mai bune sisteme de stocare offline oferă timpi de acces cu mult mai mici decât cele mai rapide sisteme online. Chiar și în cazul celor mai rapide cartușe de discuri, timpul minim de acces pentru datele din afara sistemului se măsoară în secunde, deoarece este necesară găsirea și încărcarea cartușului corespunzător. Totuși, vitezele celor mai lente sisteme de stocare online se pot suprapune cu vitezele celor mai rapide sisteme offline, deoarece timpul necesar pentru pregătirea unui cartuș extern poate fi mai mic decât timpul necesar pentru localizarea informațiilor necesare pe o bandă magnetică de lungime mare.

Caracteristicile sistemelor de stocare masivă diferă foarte mult și în alte domenii. Capacitatea de stocare poate varia de la 160 KB pe o dischetă cu o singură față la mai mulți gigaocteți pe sistemele de bandă elicoidale. De asemenea, prețul poate varia de la mai puțin de 100$ la mai mult de 10000$.

Calculatoarele personale folosesc mai multe variante de stocare masivă. Clasificarea se poate face în mai multe moduri: după tehnologia și materialele folosite pentru stocare, după metoda (sau viteza) de acces la date, după posibilitatea de schimbare a mediilor de stocare pentru creșterea capacității, pentru schimbul de informații sau din motive de securitate.

O altă metodă de împărțire a sistemelor de stocare masivă – probabil cea mai familiară – este după tipul dispozitivelor. Dispozitivele de stocare masivă folosite pentru PC-uri includ hard-discurile, dischetele, dispozitivele PC Card, unitățile magneto-optice (MO), unitățile de CD-ROM (pentru redare și înregistrare) și unitățile de bandă. Deși fiecare oferă calculatorului dumneavoastră un tip unic de stocare, aceste dispozitive au în comun unele tehnologii și medii de stocare. De exemplu, tehnologia de stocare magnetică este folosită atât de hard-discuri cât și de benzile magnetice. Totuși, dispozitivele sunt diferențiate de modul în care folosesc această tehnologie. Hard-discurile permit calculatorului accesul aproape instantaneu la megaocteți sau gigaocteți de date, în timp ce benzile magnetice au viteze de acces mult mai mici, dar permit stocarea datelor pe medii ieftine care pot fi folosite ca un sistem sigur de salvare.

Toate sistemele de stocare masivă au patru caracteristici de bază: capacitate, viteză, confort în folosire și cost. Diferențele practice dintre dispozitivele de stocare masivă sunt date de compromisurile făcute între aceste caracteristici.

Sistemele de stocare masivă actuale folosesc trei tehnologii de bază: magnetică, optică și memorii semiconductoare. Hard-discurile, dischetele și benzile magnetice se bazează pe stocarea magnetică. Unitățile de CD folosesc stocarea optică. Cartelele PC Card folosesc memorii semiconductare. (Desigur, sunt disponibile și hard-discuri în format PC Card.) Unitățile magneto-optice combină tehnologiile magnetice și optice.

Sistemele de stocare masivă folosesc două metode de acces la date: acces aleatoriu și acces secvențial. Pentru PC-uri, benzile magnetice sunt singurele dispozitive cu acces secvențial. Totuși, pentru tehnologiile mai noi, diferența între stocarea secvențială și stocarea aleatorie este mai puțin clară. Discurile MO și discurile CD-ROM sunt dispozitive cu acces secvențial, dar cu posibilități îmbunătățite de acces aleatoriu. Unele hard-discuri speciale, numite unități AV, sunt dispozitive cu acces aleatoriu, special proiectate pentru îmbunătățirea posibilităților de acces secvențial.

Cele mai multe sisteme de stocare masivă folosesc medii de stocare sub forma unor cartușe interschimbabile. Un singur tip de dispozitiv de stocare masivă, unitățile de hard-disc, nu permite schimbarea cartușelor. Totuși, această tehnologie mai puțin flexibilă este cea mai des folosită în prezent, deoarece oferă cele mai bune rezultate pentru celelalte caracteristici: capacitate, viteză și cost.

Toate aceste medii de stocare au caracteristicile definitorii ale sistemelor de stocare masivă. Aceste dispozitive manipulează datele *în masă*, deoarece pot stoca mii sau chiar milioane de octeți. De asemenea, informațiile pot fi stocate online. Pentru obținerea acestor capacități de stocare uriașe, operațiile de transfer se fac în afara controlului direct al microprocesorului. În loc să fie păstrate în memoria calculatorului, unde microprocesorul are acces direct la orice octet, pentru accesul la datele din sistemul de stocare masivă sunt necesare două etape. Mai întâi, datele trebuie să fie mutate din sistemul de stocare masivă în memoria sistemului. Apoi informațiile pot fi folosite de microprocesor.

Cea mai bună cale de a obține o imagine de perspectivă a acestor sisteme de stocare este să studiem tehnologiile care stau la baza lor. Toate sistemele de stocare masivă se bazează pe același principiu – folosesc un tip oarecare de mișcare mecanică pentru separarea și organizarea informațiilor stocate. Pentru stocarea fiecărui bit, aceste sisteme fac unele modificări fizice ale mediilor de stocare – le găuresc, le ard, le schimbă culoarea sau le alterează câmpul magnetic.

# Tehnologiile

Elementul de bază al sistemelor de stocare masivă este mediul de stocare. Stocarea masivă se bazează pe medii care pot fi trecute cu ușurință dintr-o stare în alta *și* care păstrează aceste modificări o perioadă destul de mare, de obicei de ordinul anilor, fără să fie necesar un mijloc de întreținere, cum ar fi o sursă externă de energie. Hârtia și cerneala sunt de mult timp un mediu de stocare potrivit pentru gândurile oamenilor – cerneala schimbă cu ușurință culoarea hârtiei din alb în negru și aceste modificări rezistă secole, presupunând că hârtia și cerneala sunt de bună calitate.

De fapt, hârtia și cerneala au fost folosite cu succes și ca medii de stocare pentru calculatoare. Codurile de bare și metodele de recunoaștere optică a caracterelor (Optical Character Recognition – OCR) permit calculatoarelor personale să folosească acest sistem

de stocare. Dar hârtia și cerneala sunt dezavantajoase ca sistem de stocare pentru calculatoare. Le lipsește viteza, capacitatea și confortul în folosire, necesare unui sistem eficient de stocare masivă pentru PC-uri. Nu puteți evita comparațiile – sistemele de stocare ale ultimelor calculatoare au capacități egale cu ale mai multor biblioteci și viteze care ar face ca o prezentatoare de știri să pară dislexică. Probabil comparația inversă este mult mai potrivită. O singură imagine VGA redată sub formă de coduri hexazecimale ar umple o carte de dimensiune medie. Codul sursă al unui singur program Windows poate umple o enciclopedie. Cu toate acestea, calculatorul trebuie să citească întreaga imagine VGA într-o clipă și să încarce un program enciclopedic în câteva secunde.

În comparație cu hârtia și cerneala, cerințele privind capacitățile de stocare masivă ale unui PC sunt uriașe. De asemenea, sistemul de stocare trebuie să permită calculatorului să sorteze informațiile stocate și să găsească ceea ce are nevoie înainte ca utilizatorul să se plictisească. Mediile de stocare trebuie să fie ușor de folosit, atât pentru dumneavoastră cât și pentru calculator. Lista tehnologiilor care îndeplinesc aceste condiții este surprinzător de scurtă: magnetice și optice. Toate mediile de stocare pentru PC-uri se bazează pe una dintre aceste tehnologii sau pe o combinație a acestora.

## Tehnologiile magnetice

Mediile de stocare magnetice au fost multă vreme opțiunea favorită pentru sistemele de stocare masivă. Principala atracție a stocării magnetice este nevolatilitatea. Aceasta înseamnă că, spre deosebire de sistemele de stocare bazate pe circuite semiconductoare sau pe alte tipuri de circuite electronice, câmpurile magnetice nu au nevoie de o cantitate de energie furnizată periodic pentru a-și menține starea curentă. După câteva decenii de dezvoltare, capacitatea sistemelor de stocare magnetică a crescut cu un factor de ordinul miilor, iar viteza de acces a crescut într-un mod asemănător. În ciuda diferențelor de performanță, sistemele de stocare magnetice actuale folosesc aceleași principii ca și primele dispozitive.

Sistemul electronic magnetic original de stocare a fost banda magnetică – respectiv o panglică îngustă de hârtie (în Statele Unite) pe care era lipit un strat subțire de oxid metalic. Ulterior, în locul hârtiei a fost folosit plasticul, iar oxidul de fier a fost înlocuit cu diferite particule magnetice îmbunătățite, bazate pe fier, dioxid de crom sau alte amestecuri asemănătoare.

Prima mașină care făcea înregistrări pe benzile acoperite cu oxid de fier a fost numită Magnetophon și a fost primul dispozitiv de înregistrare pe bandă, fiind creat de filiala germană a firmei General Electric Company, Allgemeine Elektricitaets Gesellschaft (AEG), în 1934. Îmbunătățit continuu, dar păstrat secret în timpul celui de-al doilea război mondial, deși era folosit de stațiile radio germane, magnetofonul a fost primul dispozitiv care putea să înregistreze și să redea sunete cu o calitate egală cu a sunetelor originale. După lansarea în Statele Unite (într-o demonstrație susținută de John T. Mullin la Institute of Radio Engineers din San Francisco, pe 16 mai 1946), înregistrarea pe bandă magnetică a devenit principala metodă de înregistrare și, după un deceniu, s-a reușit și înregistrarea imaginilor video și a datelor digitale. Sistemele actuale bazate pe casete și role de bandă sunt descendenți direcți ai primului magnetofon.

Principiul este simplu. Unele materiale se magnetizează sub influența unui câmp magnetic. Un material magnetizat își păstrează câmpul magnetic. Câmpul magnetic transformă anumite amestecuri sau aliaje de materiale magnetice într-un magnet permanent, care are un câmp magnetic propriu. Un galvanometru sau un alt dispozitiv

asemănător poate ulterior să detecteze câmpul magnetic rezultat și să determine faptul că materialul respectiv a fost magnetizat. Cu alte cuvinte, materialul magnetic memorează o stare.

## Magnetismul

Elementul cheie al memoriei magnetice este permanența. Câmpurile magnetice au minunata proprietate de a fi statice și semi-permanente. Acestea nu se mișcă și nu se schimbă de la sine. Electricitatea folosită de circuitele electrice are exact caracteristicile opuse. Aceasta este într-o mișcare continuă și încearcă să dispară cât mai repede posibil. Diferența este fundamentală. Câmpurile magnetice sunt create de momentele cinetice (spini) ale atomilor, care rămân în aceeași poziție. Sarcinile electrice sunt transportate de particule mobile – de obicei electroni – care nu numai că refuză să stea pe loc, dar rezistă la orice încercare de a le prezice poziția sau direcția de mișcare.

Folosind o forță corespunzătoare, spinii magnetici pot fi modificați, prin schimbarea sensului. Deoarece câmpurile magnetice nu sunt absolut permanente și pot fi modificate, magnetismul este util pentru stocarea datelor. În definitiv, dacă un câmp magnetic ar fi permanent și nemodificabil, nu ar avea nici un mijloc de înregistrare a informațiilor. Dacă nu ar putea fi alterat câmpul magnetic, nici o proprietate a acestuia nu ar putea fi modificată pentru a reflecta informațiile suplimentare.

La nivelul particulelor elementare, spinii magnetici sunt eterni, dar pot fi ordonați la nivel de ansamblu. Un anumit spin nu poate avea decât o direcție, dar aceasta poate fi orice direcție. Dacă două particule adiacente au spinul orientat în direcții opuse, atunci când sunt privite din perspectivă macroscopică, se anulează reciproc.

Pentru a altera orientarea spinului magnetic este nevoie de un tip oarecare de forță și aceasta este cheia funcționării metodelor de stocare magnetică. Forța respectivă poate modifica un câmp magnetic. După ce a fost modificat, câmpul magnetic își păstrează starea până când este alterat de o altă forță.

Forța cea mai potrivită pentru modificarea unui câmp magnetic este un alt câmp magnetic. (Este adevărat că unii magneți permanenți pot fi demagnetizați dacă sunt încălziți la o temperatură suficient de mare, dar în acest caz demagnetizarea este efectul interacțiunii dintre câmpurile magnetice minuscule ale materialului.)

În ciuda comportării diferite în circuitele electronice și în sistemele de stocare, magnetismul și electricitatea sunt manifestări ale aceleiași forțe elementare. Ambele sunt fenomene electromagnetice. Unul dintre rezultatele acestei origini comune este faptul că sistemele de stocare magnetice sunt foarte potrivite pentru echipamentele electronice – câmpurile magnetice pot fi create de fluxul energiei electrice. Ca urmare, electricitatea evanescentă poate fi folosită pentru crearea și alterarea câmpurilor magnetice semi-permanente.

După ce sunt create, câmpurile magnetice se autoîntrețin. Pentru menținerea câmpului magnetic nu este nevoie de energie, deoarece acesta este o caracteristică a particulelor minuscule din care este format întregul univers (cel puțin conform teoriilor fizicii moderne). La scara submicroscopică a particulelor elementare, spinii care formează câmpul magnetic sunt, în cea mai mare parte, nemodificabili și rămân neschimbați. Din această mișcare nu se extrage nimic și nu se generează nici o energie. Pe de altă parte, câmpurile magnetice pot să afecteze alte fenomene electromagnetice, cum ar fi modificarea fluxurilor electrice. Totuși, în acest caz energia sistemului provine de la fluxul electric – magnetismul este o poartă, dar turmele care trec prin această poartă sunt formate din electroni.

Câmpurile magnetice utile pentru sistemele de stocare sunt cele destul de mari ca să poată fi măsurate și ca să poată afecta lucruri vizibile. Acest magnetism este rezultatul macroscopic al însumării unui număr mare de câmpuri magnetice microscopice, adică a unui număr mare de spini elementari. Magnetismul este o caracteristică a particulelor sub-microscopice. (În sens strict, conform ultimelor descoperiri, chiar magnetismul este format din particule, dar pentru înțelegerea sistemelor de stocare magnetice folosite în calculatoare nu este nevoie să mergem atât de departe.)

## Materialele magnetice

Există trei elemente chimice cu proprietăți magnetice: fierul, nichelul și cobaltul. Rezistența macroscopică, precum și alte proprietăți ale acestor materiale magnetice pot fi îmbunătățite prin aliere, între ele și cu alte materiale nemagnetice, în special cu elemente rare precum samariul.

Multe particule au la nivel molecular propriile câmpuri magnetice intrinseci. La nivel observabil (macroscopic) acestea nu se comportă precum magneții, deoarece particulele elementare sunt organizate – sau, mai precis, dezorganizate – aleatoriu, așa că efectele cumulative ale câmpurilor magnetice ale tuturor particulelor tind să se anuleze. În contrast, cele mai multe particule elementare ale magneților permanenți sunt orientate în aceeași direcție. Majoritatea predomină, așa că materialul are un câmp magnetic net.

Unele materiale pot fi magnetizate. Aceasta înseamnă că particulele microscopice ale materialului pot fi realiniate astfel încât să aibă ca rezultat un câmp magnetic macroscopic. De exemplu, prin plasarea unei bucăți de fier moale într-un câmp magnetic puternic, fierul se magnetizează.

## Stocarea magnetică

Dacă pentru producerea câmpului magnetic ar fi folosit un electromagnet, ați avea la dispoziție toate elementele necesare pentru un sistem de stocare magnetică. Energia electrică poate fi folosită pentru modificarea unui câmp magnetic, care poate fi ulterior detectat. Puneți o bucată de fier moale în câmpul unui electromagnet care nu a fost alimentat cu energie. Puteți să aflați dacă în lipsa dumneavoastră electromagnetul a fost alimentat cu energie verificând prezența câmpului magnetic în bucata de fier. De fapt, ați stocat un bit de informație.

Ca să puteți stoca mai multe informații trebuie să aveți posibilitatea de a le organiza. Trebuie să știți ordinea biților. În sistemele de stocare magnetice, informațiile sunt aranjate fizic în ordinea transferării seriale. În locul unor puncte dispuse la întâmplare, activate sau dezactivate o dată cu trecerea milisecundelor, impulsurile magnetice sunt stocate ca un șir lung de puncte pe o hârtie – un lanț lung cu început și cu sfârșit. Acest aranjament fizic poate fi convertit direct într-un aranjament temporal al datelor folosite în sistemele de transmitere seriale, prin simpla scanare a punctelor de pe hârtie. Primul punct devine primul impuls din fluxul serial și în continuare fiecare punct este transformat într-un impuls, pe măsură ce hârtia este scanată.

În locul hârtiei, sistemele de stocare magnetice folosesc alte medii – de obicei discuri sau panglici lungi de bandă din plastic, acoperite cu un amestec magnetic reactiv. Mediul de stocare influențează direct viteza cu care informațiile pot fi obținute din sistem.

În timpul operării, banda se deplasează de la stânga la dreapta pe lângă un cap de citire/scriere staționar. Dacă prin bobina electromagnetică a acestui cap trece un curent electric, se creează câmpul magnetic necesar pentru scrierea datelor pe bandă. Atunci

când banda este trecută ulterior prin dreptul capului de citire, câmpul magnetic generat de particulele magnetizate de pe bandă induce un curent minuscul în capul de citire. Curentul este amplificat și convertit în date numerice. Curentul de scriere creează un câmp magnetic mai puternic decât câmpurile existente pe bandă, ștergând aceste câmpuri și impunând o nouă orientare particulelor magnetice de pe bandă, în funcție de informațiile care trebuie înregistrate.

Indiferent dacă este vorba de benzi sau de discuri, mediile de stocare goale furnizate de fabricant nu conțin nici un fel de informații. Diferitele domenii magnetice sunt orientate aleatoriu. Prin înregistrarea pe mediul magnetic, particulele magnetice sunt reorientate după un model care corespunde informațiilor stocate, așa cum se poate vedea în Figura 8.1.

**FIGURA 8.1**
*Orientarea particulelor magnetice pe medii goale și pe medii înregistrate.*

Mediu magnetic gol

Mediu magnetic înregistrat cu informații numerice

După ce înregistrați un mediu magnetic, puteți să îl ștergeți prin suprascrierea cu un câmp magnetic puternic. Practic, nu puteți să reproduceți orientarea cu adevărat aleatorie a particulelor magnetice dintr-un mediu nefolosit. Totuși, prin înregistrarea unei frecvențe care nu poate fi citită de sistemul de redare – o frecvență foarte joasă sau foarte înaltă – puteți să mascați datele înregistrate anterior și să faceți ca mediul să se comporte ca și cum ar fi gol.

## Sistemele magnetice digitale

Sistemele de stocare masivă folosite pentru calculatoare diferă ca principii și mod de funcționare de sistemele de înregistrare pe bandă a semnalelor audio și video. Casetele audio și video înregistrează pe bandă semnale analogice, în timp ce calculatoarele folosesc semnale numerice.

În următorii câțiva ani situația se va schimba probabil, pe măsură ce vor deveni disponibile sistemele de înregistrare audio și video digitale. În final, benzile audio și video analogice vor deveni doar niște note istorice de subsol, așa cum s-a întâmplat cu înregistrările de fonograf, care au fost înlocuite de compact-discurile digitale.

În sistemele analogice, forța câmpului magnetic scris pe bandă variază în funcție de semnalul înregistrat. Intensitatea câmpurilor magnetice înregistrate poate diferi prin mai mult de șase ordine de mărime. Sistemele digitale folosesc, în general, un cod bazat pe modele de impulsuri, toate impulsurile având aceeași intensitate.

Tranziția tehnologică de la analog la digital este cauzată de unele caracteristici ale stocării numerice, care favorizează această metodă atunci când este importantă precizia informațiilor. Stocarea digitală rezistă la intruziunea zgomotelor, care poluează și degradează inevitabil stocarea analogică. De fiecare dată când se face o copie a unei înregistrări analogice, zgomotul se dublează, deoarece zgomotul de fond al sursei originale se adună cu zgomotul de fond al noului mediu de înregistrare; totuși, semnalul

util nu se modifică. Zgomotul suplimentar este necesar pentru păstrarea nuanțelor din înregistrarea analogică – orice variație a semnalului analogic reprezintă o informație suplimentară. Sistemul analogic nu poate distinge între zgomot și nuanțe. Pe de altă parte, în cazul înregistrărilor digitale diferența dintre semnal și zgomot este foarte clară. Zgomotele mai slabe decât pragul semnalelor digitale pot fi ignorate fără să se piardă nuanțele semnalului. Ca urmare, un sistem de înregistrare digital poate să elimine zgomotele apărute în timpul copierii. Mai mult, înregistrările analogice pot fi afectate de zgomotele apărute ca urmare a deteriorării mediului de stocare, în timp ce sistemele digitale pot să le ignore. De fapt, sistemele digitale proiectate corespunzător pot chiar să corecteze erorile minore apărute în semnale.

## Saturarea

Înregistrările digitale elimină zgomotele prin ignorarea tuturor variațiilor câmpului magnetic care nu depășesc o anumită limită. Sistemele digitale interpretează ca informații numai impulsurile magnetice de tip „este sau nu este“. Sistemele analogice obțin diferite intensități ale câmpului prin alinierea particulelor magnetice moleculare ale mediului de stocare. Un câmp electromagnetic mai puternic determină un procent mai mare de particule să se alinieze cu câmpul, aproape direct proporțional cu intensitatea câmpului, producând o înregistrare analogică. Deoarece ignoră semnalele de nivel intermediar, sistemele digitale pot să genereze cel mai puternic câmp magnetic care poate fi păstrat de bandă. Acest nivel este numit semnal de saturație deoarece, la fel ca un burete care nu poate absorbi mai multă apă, particulele de pe bandă nu pot produce un câmp magnetic mai puternic.

Deși trecerea de la absența câmpului magnetic la un câmp saturat poate părea discrepanța cea mai mare în înregistrarea magnetică – cea mai puțin ambiguă și deci cea mai potrivită pentru informațiile digitale, acest contrast nu este nici cel mai mare, dar nici cel mai ușor de obținut. Sistemele magnetice încearcă să stocheze informațiile cât mai dens posibil, astfel încât fiecare particulă magnetică să păstreze un bit de date. Demagnetizarea particulelor magnetice este extrem de dificilă – dar polaritatea acestora este ușor de modificat. Sistemele digitale exploatează posibilitatea de schimbare a polarității și înregistrează datele prin schimbarea orientării câmpurilor magnetice ale particulelor de pe bandă. Diferența dintre banda saturată cu un câmp magnetic cu un anumit sens și banda saturată cu un câmp magnetic cu sens opus este cel mai mare contrast posibil într-un sistem magnetic și este exploatată de aproape toate sistemele magnetice de stocare actuale.

## Coercitivitatea

Un termen pe care s-ar putea să îl întâlniți în descrierea unui mediu magnetic este *coercitivitatea*, care arată cât de rezistent este câmpul magnetic la schimbare, ceea ce se traduce prin intensitatea câmpului pe care îl poate stoca un anumit mediu magnetic. Câmpurile mai puternice sunt mai bune, deoarece un câmp cu intensitate mai mare rezistă mai bine la deteriorările aleatorii cauzate de zgomotele de fond prezente în orice mediu de stocare. De asemenea, deoarece un mediu cu coercitivitate mai bună opune o rezistență mai mare la schimbare decât un mediu cu coercitivitate scăzută, sunt mai puțin probabile schimbările sau degradările cauzate de influențe externe. Desigur, coercitivitatea mai mare și rezistența mai mare la schimbări pe care o implică aceasta înseamnă că sistemul de înregistrare trebuie să folosească un câmp magnetic mai puternic pentru magnetizarea maximă a mediului. Este necesară proiectarea specială a echipamentelor pentru folosirea avantajelor oferite de materialele cu coercitivitate mai mare.

În cazul hard-discurilor, proiectate astfel încât mediul de stocare să dureze la fel de mult ca și mecanismele, corespondența dintre coercitivitatea mediului și echipamentul de înregistrare este asigurată de producător la fabricarea unității de disc. Problema este mai dificilă în cazul dispozitivelor cu medii de stocare amovibile – dischete, cartușe de bandă, casete și așa mai departe. Dacă mediile de stocare sunt interschimbabile și au coercitivități diferite, este posibil ca pentru o anumită unitate să folosiți medii necorespunzătoare. Astfel de probleme apar deseori în cazul dischetelor, mai ales atunci când sunteți tentat să folosiți medii de stocare mai ieftine, cu densitate dublă (double-density) pentru unități cu densitate mare sau foarte mare (high-density și extra-high density).

Mai mult, necesitatea corespondenței între unități și mediile de stocare face ca modernizările să fie o problemă nu foarte simplă. Pentru obținerea unor performanțe optime este nevoie ca schimbarea mediilor de stocare să fie însoțită și de modernizarea echipamentelor hardware. Chiar dacă sunt puse la punct medii de stocare mai bune, acestea nu pot să ofere rezultate mai bune cu echipamentele existente.

Unitatea de măsură pentru coercitivitate se numește *oersted*. Pe măsură ce mediile de stocare au fost miniaturizate, coercitivitatea materialelor magnetice, în oerstezi, a crescut. Cu cât forța câmpului magnetic intrinsec este mai mare, cu atât suprafața pe care sunt înregistrate datele poate fi mai mică. Dacă sunt folosite materiale cu coercitivitate mai mare, pot fi stocate mai multe informații în limitele impuse de formatul noilor medii. De exemplu, vechile dischete de 5,25 inci au o coercitivitate de 300 de oerstezi. Dischetele actuale de 3,5 inci au o coercitivitate de 750 de oerstezi. La fel, coercitivitatea benzilor magnetice folosite în cartușele actuale de un sfert de inci cu densitate înaltă este mai mare decât în cazul benzilor din generația anterioară. Vechile standarde foloseau medii cu coercitivitatea de 550 de oerstezi; cartușele de date cu capacități mai mari de 1,5 GB și minicartușele care depășesc 128 MB folosesc benzi de 900 de oerstezi. Deși acest lucru nu este vizibil pentru dumneavoastră, coercitivitatea micilor hard-discuri actuale este mai mare decât a discurilor mai mari și mai vechi.

Coercitivitatea este o proprietate dependentă de temperatură. Pe măsură ce temperatura mediului crește, rezistența la modificări a mediului de stocare scade. Din această cauză, magneții permanenți pot fi demagnetizați prin încălzirea la temperaturi înalte. Mediile magnetice nemodificabile devin modificabile – ceea ce înseamnă o scădere a coercitivității – la o temperatură dependentă de material, numită temperatură Curie. Sistemele de înregistrare magneto-optice exploatează această posibilitate de modificare a coercitivității, prin folosirea unei raze laser care încălzește o mică suprafață a mediului magnetic aflată sub influența unui câmp magnetic, care la temperaturi normale nu este suficient de puternic ca să afecteze mediul de stocare. La temperatura camerei, mediile de stocare folosite de sistemele magneto-optice au coercitivități în jurul valorii de 6.000 de oerstezi; în urma încălzirii cu o rază laser, coercitivitatea mediului scade la câteva sute de oerstezi. Datorită acestei schimbări dramatice a coercitivității, câmpul magnetic aplicat mediului magneto-optic afectează numai suprafața încălzită de laser peste temperatura Curie (nu întreaga suprafața aflată sub influența câmpului magnetic). Deoarece o rază laser poate fi concentrată asupra unei suprafețe mult mai mici decât este posibil în cazul capetelor de scriere/citire tradiționale, folosirea unor astfel de sisteme cu laser permite definirea datelor pe suprafețe mai mici ale mediului de stocare. Ca urmare, un disc de o anumită dimensiune poate stoca mai multe date atunci când stocarea este asistată de mijloace optice. Astfel de medii sunt rezistente la efectele câmpurilor magnetice obișnuite (care pot modifica numai mediile cu coercitivitate scăzută) atâta timp cât sunt ținute la temperatura camerei.

### Remanența

Un alt termen folosit pentru descrierea unui mediu magnetic este *remanența*, care arată cât de bun este un anumit mediu pentru păstrarea câmpului magnetic la care este supus. Deși uneori se presupune că mediile magnetice durează la infinit – dacă ne gândim la benzile master folosite pentru înregistrările de fonograf – câmpurile magnetice stocate încep să se degradeze imediat după ce au fost înregistrate. O remanență mai mare asigură o durată de viață mai mare pentru semnalele înregistrate pe mediul de stocare.

Totuși, nu există nici un material magnetic cu remanență perfectă – acest lucru este dovedit de elementul aleatoriu din teoriile fizice moderne. Chiar și cele mai bune hard-discuri se deteriorează în timp, prezentând un număr din ce în ce mai mare de erori pe măsură ce trece mai mult timp de la scrierea datelor. Pentru evitarea unor astfel de deteriorări ale înregistrărilor considerate permanente, mulți profesioniști consideră că înregistrările magnetice trebuie să fie reîmprospătate periodic. De exemplu, benzile magnetice stocate în bibliotecile calculatoarelor mainframe sunt exersate periodic (la intervale care ajung de la câteva luni la câțiva ani, în funcție de filozofia personală și de paranoia persoanelor care gestionează biblioteca). Deși efectele observabile ale degradărilor apar doar după câțiva ani (poate un deceniu sau chiar mai mult), persoanele care au grijă de aceste magnetoteci nu vor ca datele – și slujbele – să depindă de înregistrări făcute cu ani în urmă.

Producătorii de discuri consideră că aceste precauții sunt paranoice. Mediile magnetice folosite pentru unitățile de discuri moderne nu seamănă cu cele ale vechilor benzi magnetice, care se ștergeau singure. Mediile placate folosite au remanențe mult mai mari. Mai mult, noi tehnologii, precum S.M.A.R.T., permit unităților de discuri să detecteze orice degradare în mediul magnetic și să vă avertizeze cu mult timp înainte de apariția posibilității de pierdere a datelor.

Situația este diferită în cazul dischetelor și al benzilor magnetice. Este probabil ca acestea să se deterioreze în timp, suficient de mult ca să riscați pierderea datelor stocate cu ani în urmă. Dacă aveți înregistrări vechi pe medii vechi, ar trebui să luați în considerare copierea acestor înregistrări pe medii mai noi sau pe medii cu tehnologii mai noi, cum ar fi discurile optice, pentru mai multă siguranță.

## Tehnologiile magneto-optice

Tehnologiile magneto-optice folosesc un laser pentru îmbunătățirea posibilităților unui sistem convențional de stocare magnetică. Într-un sistem magneto-optic, mediul de înregistrare este un material magnetic (dar unul deosebit de materialele folosite pentru hard-discuri sau dischete) care se bazează pe câmpuri magnetice pentru stocarea informațiilor. Partea optică este folosită numai ca asistență pentru mecanismul magnetic, rafinând posibilitățile acestuia. O rază laser este puternic concentrată asupra locului unde mecanismul magnetic trebuie să scrie datele și pregătește mediul pentru a permite înregistrarea. Pentru operațiile de citire, discurile MO (magneto-optice) funcționează numai pe principii optice. Raza laser citește datele stocate magnetic pe disc.

Combinația de tehnologii magnetice și optice permite discurilor MO să ofere densități foarte înalte ale datelor. Densitatea datelor de pe hard-discurile obișnuite este limitată de mai mulți factori, printre care înălțimea la care se deplasează capetele de citire/scriere față de mediul de stocare. Problema este generată de divergența câmpului magnetic generat de capetele de citire/scriere. Laserele folosite de unitățile de disc magneto-optice permit o concentrare mai bună și distanța dintre capetele optice și substrat poate fi mai mare. Figura 8.2 ilustrează această diferență.

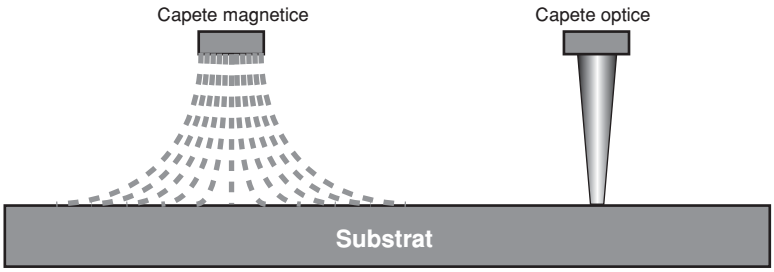



**FIGURA 8.2**
*Câmpurile magnetice sunt divergente, în timp ce razele laser pot fi concentrate asupra unei suprafețe mai mici.*

În aplicațiile tipice, raza laser a unei unități de disc optice atinge maximul de focalizare *sub* suprafața discului optic. Sistemele mai noi modifică distanța de focalizare a razei laser, ceea ce permite organizarea spațiului de stocare pe mai multe straturi, multiplicând capacitatea de stocare a discului.

Unele lasere pot fi folosite numai pentru unitățile de disc optice. Tehnologia Compact Disc, un sistem pur optic, este folosită pentru aplicații comerciale de mai mult de un deceniu. Dar tehnologiile pur optice au un mare dezavantaj pentru mediile cu rescriere. Sistemele pur optice prezintă dezavantajul obosirii materialului. Materialele care își schimbă reflectivitatea ca răspuns la iluminare se deteriorează. Mediile folosite pentru sistemele cu rescriere pur optice (atât CD-RW, cât și toate formatele DVD cu rescriere) permit un număr limitat de cicluri scriere/citire. Deși pot rezista la sute sau mii de milioane de asemenea cicluri, degradarea prin folosire este inevitabilă.

Spre deosebire de acestea, sistemele magnetice și magnetico-optice nu suferă astfel de degradări. Pot fi scrise și rescrise de un număr indefinit de ori (totuși, nimic nu este veșnic). Deși câmpul particulelor care formează materialul magnetic se schimbă, particulele în sine nu se modifică. Deoarece unitățile de disc MO se bazează pe acest principiu magnetic reciclabil – și bine înțeles – sunt considerate capabile de un număr nelimitat de cicluri scriere/rescriere. Nu se pune problema oboselii, uzurii, erorilor sau pierderilor de date și, în același timp, aceste sisteme oferă aceleași densități de stocare ca și sistemele optice.

## Operațiile de scriere

Procesul de scriere într-un sistem magneto-optic se bazează pe efectele combinate ale câmpurilor magnetice și ale unei raze laser. Unitățile de disc magneto-optic folosesc un câmp magnetic convențional, numit *câmp de polarizare* (bias field) pentru scrierea datelor pe disc. Desigur, natura acestui câmp este limitată de aceiași factori ca și în cazul hard-discurilor magnetice tradiționale – dimensiunea domeniului magnetic scris este limitat de distanța dintre capetele de scriere/citire și de mediul de stocare și este, la orice distanță practică, mult mai mare decât dimensiunea punctului creat de o rază laser focalizată.

Pentru reducerea dimensiunii domeniului magnetic, unitățile magneto-optice folosesc o rază optică ce asistă scrierea magnetică. Mai precis, raza laser iluminează o suprafață foarte mică dintr-un câmp magnetic mai mare și numai această zonă este afectată de câmpul magnetic.

Funcționarea înregistrării magnetice asistate optic se bazează pe alegerea unui anumit mediu magnetic pentru discurile MO. Acesta diferă de materialele magnetice folosite de discurile magnetice obișnuite printr-o mai mare coercitivitate, adică o rezistență sporită la modificarea orientării magnetice. De fapt, coercitivitatea unui disc MO este cu un ordin de mărime mai mare decât coercitivitatea de aproximativ 600 de oerstezi a hard-discurilor magnetice obișnuite.

Valoarea mare a coercitivității oferă discurilor MO cel mai mare avantaj față de mediile magnetice tradiționale – discurile MO sunt virtual imune la autoștergere. Toate mediile magnetice au tendința de a se autoșterge, ceea ce înseamnă că în timp intensitatea câmpurilor magnetice scade din cauza efectelor combinate ale câmpurilor magnetice interne și externe. Pur și simplu câmpurile magnetice slăbesc. Cu cât coercitivitatea este mai mare, cu atât un mediu rezistă mai bine la autoștergere. Ca urmare, discurile MO, cu coercitivitate foarte mare, pot menține datele o perioadă mult mai mare decât hard-discurile magnetice obișnuite.

Pe lângă aceste avantaje, coercitivitatea mare a discurilor MO pune și o problemă dificilă: obținerea unui flux magnetic suficient de mare pentru a schimba orientarea magnetică a mediului, păstrând dimensiunea redusă a domeniului afectat de câmp. Raza laser care asistă operațiile de scriere are tocmai rolul de a reduce coercitivitatea suprafeței ce urmează să fie afectată de câmpul de polarizare.

Coercitivitatea mediului magnetic folosit de discurile MO, la fel ca a tuturor materialelor magnetice, scade o dată cu creșterea temperaturii, devenind zero la *temperatura Curie*, care este dependentă de material. Prin încălzirea mediului de stocare la o temperatură suficient de apropiată de temperatura Curie, intensitatea câmpului magnetic necesar pentru inițierea unei modificări poate fi redusă până la un nivel acceptabil din punct de vedere practic. Mediul magnetic folosit de discurile MO este astfel ales încât să aibă o temperatură Curie relativ scăzută – în jur de 150 de grade Celsius.

Raza laser folosită pentru citirea discului MO poate fi intensificată pentru încălzirea mediului de stocare până la o temperatură apropiată de temperatura Curie. Această rază laser poate fi concentrată asupra unei suprafețe foarte mici. În timp ce câmpul magnetic care acționează asupra mediului acoperă o zonă mai întinsă, numai punctul încălzit de raza laser își schimbă orientarea magnetică, deoarece numai punctul respectiv este încălzit destul de mult ca să aibă o coercitivitate suficient de scăzută.

Mecanismele practice bazate pe această tehnică au un dezavantaj intrinsec. Câmpul magnetic de polarizare trebuie să rămână orientat într-o singură direcție în timpul procesului de scriere a unui bloc mare de pe disc, un întreg sector sau o întreagă pistă. Câmpul nu poate fi modificat rapid, deoarece inductanța mare a electromagnetului care generează câmpul împiedică schimbarea rapidă a polarității. Câmpul trebuie să fie mai mare și mai puternic decât câmpurile folosite pentru discurile tradiționale, deoarece capetele magneto-optice operează la o distanță mai mare de disc.

Din cauza imposibilității schimbării rapide a câmpului magnetic, magnetul de polarizare folosit de unitățile MO actuale poate altera câmpurile dintr-o suprafață dată a discului într-o singură direcție la fiecare trecere a porțiunii respective pe sub capul de scriere/citire. De exemplu, atunci când câmpul de polarizare este orientat în sus, câmpurile de pe disc orientate în jos pot fi reorientate în sus, dar câmpurile orientate în sus nu pot fi reorientate în jos.

Ca urmare, sistemele MO actuale au nevoie de două etape pentru procesul de scriere. Înainte ca o zonă a discului să fie rescrisă, toate câmpurile din zona respectivă trebuie să fie orientate într-o singură direcție. Cu alte cuvinte, o zonă de pe disc trebuie să fie ștearsă înainte de a fi înregistrată. În modelele MO convenționale, procesul de ștergere se face printr-o trecere separată pe sub magnetul a cărui polaritate este temporar inversată. După o trecere pentru ștergerea materialului scris anterior, câmpul capului magnetic este readus la polaritatea de scriere. Informațiile sunt scrise pe disc la a doua trecere pe sub capul de scriere. Singurele zone care își schimbă polaritatea magnetică sunt cele încălzite de raza laser.

Dezavantajul acestui proces în două etape este creșterea timpului mediu de acces la scrierea datelor. Timpul necesar pentru a doua trecere este substanțial. Deși vitezele diferă, cele mai multe discuri MO folosesc o viteză de 2400 de rotații pe minut, cam cu o treime mai mică decât viteza celor mai vechi discuri convenționale (care operează de obicei la aproximativ 3600 RPM; discurile actuale se rotesc de două ori mai repede). Ca urmare, pentru o rotație completă a discului MO sunt necesare 25 de milisecunde. Chiar fără a mai lua în calcul mișcările capului de scriere, timpul mediu de scriere nu poate fi mai mic de 37,5 milisecunde. (În medie, datele care urmează să fie șterse se află la jumătate de rotație de capul de citire/scriere, adică 12,5 milisecunde, iar pentru a doua rotație a discului sunt necesare alte 25 de milisecunde.) Desigur, cei mai mulți producători lucrează la dezvoltarea unor unități MO cu o singură trecere și la creșterea vitezei de rotație a discurilor. Deja există discuri cu viteze de rotație mai mare, respectiv 3600 RPM, aceeași cu a hard-discurilor. Unitățile MO de 3,5 inci operează de obicei la 3000 RPM.

## Operațiile de citire

La intensitățile obișnuite ale câmpurilor folosite de circuitele electronice, lumina nu este afectată, în general, de câmpurile magnetice. Cablurile de fibră optică, de exemplu, nu sunt afectate de zgomotele electromagnetice normale care pot polua firele obișnuite. Ca urmare, folosirea unei raze laser pentru citirea câmpurilor magnetice minuscule de pe un disc MO este o problemă.

Trucul folosit de tehnologia MO se bazează pe polarizare. Discul MO este citit de o rază laser reflectată de suprafața discului ca și în alte tehnologii optice, dar în unitățile MO raza laser este polarizată. Aceasta înseamnă că fotonii care formează raza laser sunt orientați într-o singură direcție.

Atunci când raza polarizată lovește particulele aliniate magnetic de pe suprafața discului, câmpul magnetic al particulelor cauzează rotirea ușoară a planului de polarizare a luminii, printr-un fenomen numit *efect Kerr*. Deși modificarea polarizării este destul de mică – aproximativ 1 procent pentru primele medii MO, ajungând până la 7 procente în cazul celor mai recente medii – poate fi detectată la fel de sigur ca și în cazul citirii magnetice directe a hard-discurilor magnetice convenționale. O rază de lumină polarizată care trece printr-un material polarizant scade în intensitate cu o valoare care depinde de alinierea dintre polaritatea razei și a materialului polarizant. De fapt, modificarea de polaritate este detectată ca o modificare a intensității.

## Mediile

Mediile de stocare folosite de discurile magneto-optice sunt foarte diferite de cele ale discurilor magnetice. Mai mult, toate sistemele magneto-optice folosesc cartușe de discuri. Mediile MO sunt potrivite pentru cartușe, deoarece sunt relativ invulnerabile la efectele de mediu care pot deteriora discurile magnetice. În plus, densitățile de stocare ale discurilor MO permit ca un cartuș format dintr-un singur disc să poată conține cantități utile de date.

Cartușele MO sunt disponibile în două variante, în mare corespunzând dimensiunilor hard-discurilor: 5,25 inci și 3,5 inci. În ciuda numelui, cartușele MO de 5,25 inci conțin discuri optice cu un diametru de 130 milimetri (5,12 inci). Cartușul propriu-zis măsoară 0,43 pe 5,31 pe 6,02 inci și seamănă cu dischetele de 3,5 inci prin faptul că discul din interior este protejat de un oblon glisant de metal. Discurile MO de 3,5 inci conțin discurile fizice cu diametrul de 90 de milimetri – aproximativ aceleași dimensiuni și aspect ca și dischetele de 3,5 inci, numai că sunt mai groase.

Mediul magnetic al discurilor MO este construit din mai multe straturi. Primul dintre acestea, substratul de plastic al discului, este acoperit cu o peliculă dielectrică. Apoi urmează compusul magneto-optic propriu-zis – un aliaj de terbiu (un element rar), cobalt și fier – protejat de un nou strat dielectric. Stratul de aluminiu de deasupra asigură o suprafață reflectorizantă pentru mecanismul de urmărire. Tot acest sandviș este acoperit cu un strat de 0,3 milimetri de plastic transparent. Discurile sunt produse cu o singură față, apoi sunt lipite câte două pentru obținerea unui mediu de stocare cu două fețe.

Spre deosebire de hard-discurile magnetice convenționale, care stochează datele pe un număr de cilindri sau piste concentrice, conform standardului ISO, discurile MO folosesc o singură pistă spiralată, asemănătoare cu cea de pe înregistrările de fonograf. Spirala optimizează transferul de date al discului, deoarece capul de citire/scriere nu trebuie să se miște între piste în timpul transferurilor de date extinse, ci se deplasează continuu pe o rază a discului.

## Sistemele optice

Sistemele de stocare optice pot fi clasificate în trei categorii: numai pentru citire (read-only), cu o singură scriere (write-once) și cu ștergere (pentru citire și scriere). Formatele CD și DVD de bază prin care sunt distribuite produsele software – indiferent dacă este vorba de filme sau de programe pentru calculator – sunt medii clasice numai pentru citire. Discurile WORM (Write Once, Read Multiple) folosite în sistemele de arhivare și unitățile de CD-R care vă permit să produceți acasă CD-uri sunt medii cu o singură scriere. Printre sistemele cu ștergere se numără formatele CD-RW, DVD-RW, DVD-RAM și DVD+RW, precum și formatele brevetate PCD (Phase Change Disc) și PD (Phase Disc). Toate mediile optice cu ștergere folosesc aceeași tehnologie, cu mici variații.

Tehnologia optică cu posibilități de ștergere se numește *schimbare de stare* (phase change). Această tehnologie se bazează pe compuși exotici care au două proprietăți. Materialele folosite au reflectivități total diferite, în funcție de starea în care se află. Au o stare amorfă în care moleculele sunt organizate aleatoriu, astfel încât formează o suprafață care nu reflectă foarte bine lumina. De asemenea, au o stare cristalină, în care moleculele formează o matrice perfectă a unui cristal cu o suprafață netedă, care reflectă bine lumina.

O altă proprietate a acestor materiale este aceea că lumina poate trece materialul dintr-o stare în alta. Inițial, materialul se află în stare amorfă. În urma încălzirii cu ajutorul unei raze laser, moleculele materialului se aliniază, trecând în starea cristalină. O încălzire și mai puternică distruge cristalul și materialul revine la starea amorfă.

Principalul dezavantaj al mediilor cu schimbare de stare este faptul că după un număr de cicluri scriere/citire intervine obosirea materialului, care nu își mai poate schimba starea. Compușii actuali rezistă între 500.000 și 1.000.000 de cicluri de ștergere, înainte ca materialul să se deterioreze prea mult ca să mai poată fi folosit pentru stocarea datelor. Pentru a compensa durata limitată de viață a mediilor cu schimbare de stare, driverele software sunt astfel proiectate încât să reducă la minim ștergerile repetate ale unor sectoare și să folosească sectoarele de pe tot discul.

# Organizarea datelor

Sistemele de stocare pentru calculatoare diferă prin modul de organizare a informațiilor pe care le stochează și prin modul prin care permit accesul la acestea. Inginerii clasifică sistemele de stocare din calculatoarele moderne în sisteme cu acces secvențial și sisteme

cu acces aleatoriu. Din punct de vedere practic, diferența este funcțională, fiind legată de modul în care calculatorul obține informațiile de care are nevoie. Dar există și o dimensiune istorică – sistemele de stocare secvențiale au precedat sistemele de stocare cu acces aleatoriu. Diferența poate fi considerată și topografică. Stocarea secvențială se face pe o singură dimensiune, în timp ce accesul aleatoriu implică două sau mai multe dimensiuni.

Nici una dintre cele două tehnologii nu este inerent mai bună. Ambele sunt folosite în PC-urile moderne. Pentru o anumită aplicație, de obicei una sau alta dintre cele două metode de acces este mai potrivită. Deoarece ambele metode au propriile avantaje, probabil vor exista tot atât timp cât și PC-urile, dacă nu chiar mai mult.

## Mediile secvențiale

O caracteristică fundamentală a înregistrării pe bandă este faptul că informațiile sunt stocate unidimensional – pe o singură linie pe toată lungimea benzii. Această formă de stocare este numită secvențială deoarece biții de date sunt așezați unul după altul, într-o secvență strictă, la fel ca un șir de puncte pe o foaie de hârtie. În sistemele digitale, biții sunt stocați unul câte unul pe toată lungimea benzii. Deși poate fi folosită toată lățimea benzii, prin stocarea pe mai multe piste sau prin înregistrarea elicoidală, folosită pentru înregistrările video, din punct de vedere conceptual informațiile sunt stocate unidimensional.

Discurile CD și DVD destinate aplicațiilor video (adică CD-DA, CD-Video, DVD-Video și DVD-Audio) sunt proiectate pentru a funcționa cel mai bine ca medii secvențiale. Acestea înregistrează date într-un șir continuu, destinat a fi afișate (sau ascultate) în ordinea în care au fost înregistrate. Totuși, natura bidimensională a discului (în definitiv, un disc este un plan cu două dimensiuni) permite acestor medii să depășească unele dintre limitele înregistrării secvențiale.

În universul newtonian (singurul care pare a avea sens pentru mintea umană) cea mai scurtă distanță dintre două puncte este întotdeauna linia dreaptă. Cu toate acestea, într-un sistem de bandă magnetică cea mai mică distanță dintre doi biți de date stocați pe bandă poate să însemne foarte mult timp. Pentru citirea a doi biți aflați la distanță trebuie să fie derulată toată banda. Deși biții intermediari nu urmează să fie folosiți, trebuie să fie citiți în drumul de la primul la al doilea bit. Dacă vreți să obțineți informații care nu sunt stocate în ordine pe bandă, aceasta trebuie să fie derulată înainte și înapoi pentru citirea datelor în ordinea dorită. Toate mișcările benzii pentru citirea datelor înseamnă timp pierdut.

Teoretic, nu este nimic greșit în schemele de stocare secvențială – în funcție de mediul de stocare folosit, acestea pot fi foarte rapide. De exemplu, o formă de memorie bazată pe circuite semiconductoare, registrul electronic cu deplasare, transferă datele cu o viteză apropiată de cea a luminii.

Totuși, sistemele secvențiale de stocare masivă folosite în calculatoarele actuale nu pot atinge astfel de viteze. Datorită bazelor mecanice, cele mai multe sisteme de bandă magnetică operează cu o viteză mult mai mică decât viteza luminii. De exemplu, în timp ce lumina se deplasează cu aproximativ 300.000 km/sec, banda dintr-o casetă se deplasează cu șapte optimi de inci pe secundă. În timp ce lumina poate ajunge de la Pământ la Lună și înapoi în câteva secunde, banda unei casete are nevoie pentru aceeași distanță de un timp de 10 miliarde de ori mai mare, adică de câteva mii de ani.

Deși nu există nici o bandă lungă de 384.393 km, cât distanța de la Pământ la Lună, accesul secvențial la date poate fi enervant de lent. În locul răspunsului instantaneu pe care îl așteaptă utilizatorii nerăbdători de astăzi, copierea unui fișier de pe bandă poate

să dureze 10 minute. Chiar și cele mai bune sisteme de bandă actuale au nevoie de cel puțin 30 de secunde pentru găsirea unui fișier. Dacă ați fi nevoit să încărcați toate programele și fișierele de date de pe bandă, ați putea să vă apucați de croșetat ca să omorâți timpul pe care îl aveți de așteptat.

Cele mai multe sisteme secvențiale stochează datele în blocuri, uneori numite chiar așa, iar alteori numite înregistrări. Sistemul de stocare definește structura și conținutul fiecărui bloc. De obicei, fiecare bloc include informații de identificare (cum ar fi un număr de bloc) și informații pentru controlul erorilor, pe lângă datele reale. Blocurile sunt stocate pe bandă în ordine. În unele sisteme blocurile sunt stocate unul după altul, în timp ce în alte sisteme blocurile sunt separate de spații libere, numite intervale între înregistrări (Inter-Record Gaps).

Cele mai multe sisteme de bandă folosesc piste multiple pentru creșterea capacității de stocare (unele sisteme scriu 144 de piste pe o bandă lată de numai un sfert de inci). Capul de citire/scriere, care în alte sisteme este fix, se deplasează în sus sau în jos pentru selectarea pistei corecte. Organizarea pe mai multe piste crește și viteza de acces la date. Având mai multe piste, unitatea de bandă nu trebuie să scaneze întreaga bandă ca să ajungă la un anumit bloc. În cazul folosirii a 144 de piste, unitatea trebuie să scaneze, în medie, numai 1/144 din lungimea benzii ca să găsească un anumit bloc. Discurile secvențiale CD și DVD oferă o creștere și mai mare a vitezei, deoarece pot selecta pentru citire una dintre miile de poziții radiale de pe disc.

Pentru a putea beneficia de creșterea de viteză permisă de folosirea pistelor multiple, unitatea trebuie să știe pe ce pistă se află blocul pe care îl caută. Sistemele de bandă mai vechi nu păstrau informații despre localizarea datelor; scanau banda înainte și înapoi, pistă după pistă, ca să găsească blocurile căutate. Noile standarde pentru benzi magnetice prevăd scrierea pe bandă a unui director în care este păstrată poziția informațiilor de pe bandă. Prin consultarea directorului, unitatea de bandă poate să determine pista pe care se află informațiile căutate și să se poziționeze de la început pe pista corectă, reducând timpul de răspuns al sistemului de bandă.

## Mediile cu acces aleatoriu

Pe dischete și pe cele mai multe hard-discuri, datele înregistrate sunt organizate astfel încât să folosească avantajele aspectului bidimensional al suprafeței plate a discurilor și să permită accesul mai rapid decât este posibil în cazul directorului de pe bandă. În loc să fie aranjate într-un singur șir, datele stocate pe disc sunt distribuite pe mai multe cercuri concentrice, asemănătoare cu pistele de atletism sau cu undele care se formează când aruncați o piatră în apă. Unele discuri optice respectă acest model, dar multe sisteme optice modifică modul de aranjare a datelor, înlocuind cercurile concentrice cu o singură spirală continuă, de la margine până la centrul discului. Dar chiar și aceste sisteme care stochează datele continuu se comportă ca și cum ar avea cercuri concentrice de informații.

Mecanismul de creare a acestui aranjament este destul de elementar. Discul se rotește într-o singură dimensiune sub capul de citire/scriere, care parcurge circular suprafața discului, formând o pistă asemănătoare cu pistele de alergare de la cursele de cai. În cele mai multe sisteme de discuri și capetele de citire/scriere sunt mobile – în caz contrar capul de citire/scriere ar fi blocat pe aceeași pistă și la aceleași date stocate, transformând discul într-un sistem de stocare secvențial care irosește cea mai mare parte a suprafeței de stocare a discului.

În cele mai multe sisteme de discuri actuale, capetele de citire/scriere se deplasează de-a lungul unei raze a discului, perpendicular pe o tangentă la piste. Capetele de citire/scriere

se pot deplasa rapid între diferite piste ale discului. Deși cea mai scurtă distanță dintre două puncte (sau doi octeți) rămâne linia dreaptă, capul de citire/scriere o poate lua pe scurtătură, traversând pistele ca să ajungă de la un octet la altul. După ce ajunge la pista corectă, capul așteaptă ca informațiile căutate să ajungă sub el. Totuși, discurile se rotesc cu o viteză destul de mare – 300 de rotații pe minut pentru cele mai multe dischete și până la 7200 de rotații pe minut pentru unele hard-discuri – așa că timpul de așteptare nu este decât de câteva fracțiuni de secundă.

Deoarece capul de citire poate sări de la un octet la altul, aflați în locuri separate de pe disc, și datele pot fi obținute în orice ordine (la întâmplare) de pe un sistem de discuri bidimensionale, sistemele de stocare pe discuri sunt numite deseori *dispozitive cu acces aleatoriu*, chiar dacă definiția nu este foarte exactă, dat fiind timpul de așteptare necesar pentru trecerea de la o pistă la alta.

Posibilitatea de acces aleatoriu la date face ca sistemele de discuri magnetice să fie mult mai rapide decât mediile de stocare secvențială pentru stocarea masivă a datelor. Datorită superiorității și comodității de folosire a discurilor, benzile magnetice nu sunt folosite aproape niciodată ca sistem de stocare primar. De obicei, benzile au un rol secundar, ca sistem dedicat pentru salvări de siguranță. Discurile sunt folosite pentru stocarea programelor și a fișierelor la care accesul trebuie să fie aproape instantaneu.

## Tehnologii combinate

Unele aplicații pentru PC au nevoie de șiruri lungi de date și numai ocazional de acces aleatoriu. Cele mai importante dintre acestea sunt aplicațiile multimedia. De exemplu, o aplicație video redă secvențe lungi de octeți de date și are nevoie de acces aleatoriu numai atunci când vreți să săriți de la o scenă la alta.

Deși, teoretic, metodele de stocare cu acces aleatoriu ar trebui să funcționeze și pentru aceste aplicații, sistemele practice de stocare au uneori probleme. Dacă un disc trebuie să strângă laolaltă un număr de blocuri distribuite aleatoriu ca să formeze un flux continuu de date, capul de citire trebuie să se deplaseze pe tot discul ca să localizeze blocurile de date. Deși unitatea de disc poate citi datele din fiecare bloc cu o viteză mai mare decât este necesară fluxului de date, întârzierea impusă de deplasarea fizică a capului de citire pentru localizarea următorului bloc poate să întrerupă fluxul de date. Ca rezultat, o secvență video redată de pe un disc obișnuit poate să piardă cadre sau să fie afișată cu întreruperi. Dispozitivele secvențiale nu au astfel de probleme și sunt foarte potrivite pentru redarea secvențelor video, așa cum demonstrează videocasetofoanele obișnuite. Totuși, un videocasetofon nu poate trece rapid de la o scenă de la începutul benzii la una de la sfârșitul acesteia.

Unele dispozitive de stocare masivă pentru PC-uri combină metodele de acces secvențial și aleatoriu. Unitățile de DVD, de exemplu, redau secvențial imagini video sau obțin în mod aleatoriu date de pe un disc DVD-ROM, în funcție de discul pe care îl introduceți în unitate.

Cele mai multe unități magneto-optice (MO) și pur optice (DVD și CD) organizează informațiile stocate ca o singură pistă spiralată continuă, echivalentă din punct de vedere topologic cu o bandă secvențială. Totuși, capul de citire/scriere al discului are posibilitatea să se deplaseze de-a lungul unei raze a discului. Această posibilitate de deplasare este necesară fie și numai pentru urmărirea spiralei de pe disc. Deoarece capul de citire poate să sară de la o parte a spiralei la alta, aceste sisteme oferă și viteze mari în cazul accesului aleatoriu. În același timp, datorită posibilității de urmărire a pistei fără salturi bruște de la o pistă la alta, peste zonele de disc care nu conțin date utile, sistemele

cu pistă continuă pot citi mai repede blocuri lungi de date. Ca urmare, aceste sisteme oferă viteze excelente pentru accesul aleatoriu și rate mari de transfer pentru blocurile continue de date.

# Codarea datelor

Scopul oricărui sistem de stocare a datelor este păstrarea unei cantități cât mai mari de informații într-un spațiu cât mai mic, cu un nivel acceptabil de securitate și cu posibilități rezonabile de obținere ulterioară a datelor. Arhiviștii și-au dat seama de multă vreme că informațiile care trebuie stocate sunt uriașe. Forma de stocare a informațiilor poate fi negociată. În locul depozitării unor teancuri imense de hârtie, acestea pot fi microfilmate și depozitate într-un spațiu de câteva ori mai mic.

În sistemele digitale de stocare, deviza a fost întotdeauna „mai mult într-un spațiu mai mic“. Unul dintre cele mai mari secrete este posibilitatea de manipulare a formei datelor fără să fie afectat conținutul acestora.

## Tranziții de flux

În sistemele de stocare magnetică, valorile 0 și 1 ale informațiilor digitale nu sunt reprezentate prin direcția absolută în care sunt orientate câmpurile magnetice, ci prin trecerea de la o orientare la alta, astfel încât acestea pot fi detectate cel mai ușor – de la saturația într-o direcție la saturația în direcția opusă. Aceste schimbări sunt numite tranziții de flux, deoarece câmpul sau fluxul magnetic realizează o tranziție între cele două stări permise. În cele mai simple sisteme de înregistrare magnetică, apariția unei tranziții de flux este echivalentă cu 1 digital, iar lipsa tranziției este echivalentă cu 0 digital.

Sistemul trebuie să știe când să se aștepte la o tranziție de flux, altfel nu-și va da seama niciodată că a ratat o tranziție. Mediul magnetic și sistemul de înregistrare trebuie să fie sincronizate, astfel încât sistemul să cunoască punctul în care ar putea să apară o tranziție. În locul unei simple înregistrări bit la bit, sistemele magnetice de stocare folosesc tehnici elaborate de codare pentru stocarea datelor.

Desigur, pentru stocarea unui bit ar putea fi folosită o singură tranziție de flux, dar această soluție evidentă nu este cea mai bună. De exemplu, pentru prevenirea erorilor, în cazul unei corespondențe unu la unu dintre fluxuri și date ar fi nevoie de o sincronizare perfectă între impulsurile de pe mediul de înregistrare și circuitele care citesc datele. Sincronizarea poate fi obținută, de exemplu, prin ajustarea vitezei mediului de stocare până la obținerea ratei corespunzătoare. Orice nepotrivire poate avea ca rezultat citirea sau scrierea cu erori a tuturor datelor. S-ar putea să fie nevoie de câteva rotații ale discului – fiecare durând mai multe milisecunde – pentru resincronizare.

Prin includerea unor tranziții de flux suplimentare pe disc pentru a ajuta la definirea semnificației fiecărei tranziții de flux, se elimină necesitatea unui control exact al vitezei sau a altor mijloace fizice de sincronizare a datelor stocate. Toate sistemele de înregistrare magnetică mai cunoscute folosesc această metodă pentru stocarea asincronă a datelor. Totuși, toate schemele de înregistrare asincronă au nevoie și de informații de control pentru interpretarea trenului de impulsuri generat de tranzițiile de flux nesincronizate.

## Înregistrarea cu densitate simplă

În una dintre primele metode de înregistrare magnetică digitală, numită înregistrare cu modulație de frecvență (Frequency Modulation) sau înregistrare FM, poziția în care ar trebui să apară o tranziție de flux conținând un bit digital era marcată de o tranziție de

flux suplimentară numită bit de ceas (clock bit). Biții de ceas formează un tren de impulsuri periodice care permit sincronizarea sistemului. Existența unei schimbări de flux între doi biți de ceas indică un 1 digital, iar absența unei schimbări de flux între doi biți de ceas indică un 0 digital.

Sistemul FM permite o toleranță destul de mare în privința frecvenței. Aceasta înseamnă că sistemul poate să detecteze prezența sau absența impulsurilor dintre biții de ceas chiar dacă frecvența de ceas nu este precisă. În plus, lărgimea de bandă a sistemului este destul de mică, așa că toleranța circuitelor nu este critică. Dezavantajul sistemului este faptul că pentru înregistrarea fiecărui bit de date sunt necesare două schimbări de flux, cea mai puțin densă împachetare a datelor pe disc.

Primele sisteme de stocare magnetică foloseau tehnica de înregistrare FM și acesta a fost standardul dominant timp de mai mulți ani. După îmbunătățirea tehnicilor de împachetare a datelor, înregistrarea FM a devenit un punct de referință, numită deseori înregistrare cu densitate simplă.

## Înregistrarea cu densitate dublă

Înregistrarea cu modulație de frecvență modificată (Modified Frequency Modulation sau MFM), sau înregistrarea cu densitate dublă, a fost pentru o perioadă cel mai răspândit sistem de înregistrare pentru hard-discurile PC-urilor și este încă folosită pentru multe unități de dischetă. Înregistrarea cu densitate dublă elimină biții de ceas folosiți în cazul densității simple și permite stocarea de două ori mai densă a datelor.

În locul biților de ceas, valorile 1 sunt stocate ca tranziții de flux iar valorile 0 sunt stocate prin lipsa acestor tranziții într-o perioadă dată. Pentru a evita distanțele prea mari între două tranziții succesive, între două valori 0 consecutive este întotdeauna inserată o tranziție de flux suplimentară.

## Înregistrarea codată a grupurilor

Chiar dacă prin înregistrarea cu densitate dublă fiecare tranziție de flux corespunde unui bit de date, aceasta nu este cea mai densă împachetare a informațiilor pe disc. Alte tehnici de codare a datelor dublează cantitatea de informație stocată de un sistem în comparație cu înregistrarea cu densitate dublă.

Tehnicile FM și MFM au o caracteristică în comun – corespondența unu la unu între biții de date și schimbările de flux înregistrate pe disc. Deși această corespondență este metoda cea mai evidentă de codare a informațiilor, nu este singura soluție. Mai mult, corespondența strictă nu este întotdeauna cea mai eficientă cale de folosire a mediului de stocare.

O altă soluție de codare a datelor este maparea grupurilor de biți cu combinații de câmpuri magnetice de pe mediul de stocare. Codarea informațiilor în acest mod se numește înregistrarea codată a grupurilor (Group Coded Recording) sau GCR.

La prima vedere, codarea grupurilor seamănă cu un cifru binar. Ca și în cazul codurilor secrete folosite de spionii începători în care fiecare literă a alfabetului corespunde unei alte litere, codarea grupurilor poate fi redusă la o situație absurdă în care o combinație de biți cum ar fi 1101 corespunde unei combinații de tranziții de flux precum TTNT, unde T reprezintă o tranziție iar N reprezintă lipsa unei tranziții. Așa cum o simplă translație asigură spionului un nivel de securitate foarte scăzut (astfel de coduri transpoziționale pot fi sparte în câteva minute de cineva cu cunoștințe elementare de criptologie), nici sistemelor de stocare nu le oferă prea multe avantaje. Aceste metode

devin utile atunci când folosesc combinații speciale de tranziții de flux pentru fiecare grup de date, de obicei cu mai multe tranziții de flux decât biții de date din grup. Această tehnică permite obținerea unor densități mai mari a datelor stocate, deoarece adevărata limitare a capacității de stocare este impusă de spațiul dintre tranzițiile de flux stocate pe mediul magnetic. Spațiul minim și maxim dintre tranzițiile de flux de pe mediu este determinat de caracteristicile mediului de stocare, viteza de rotație a discului și modelul capetelor de citire/scriere. Dacă tranzițiile de flux sunt prea apropiate este posibil ca acestea să nu fie diferențiate de capul de citire/scriere; dacă sunt prea îndepărtate este posibil să nu fie detectate.

Acționând asupra restricțiilor artificiale ale stocării datelor, pot fi împachetate mai multe date, respectând limitele de spațiere ale tranzițiilor pe mediul de stocare.

Codarea cu lungime limitată (RLL – Run Length Limited) este un caz special de înregistrare codată a grupurilor (Group Coded Recording), proiectată în vederea folosirii unei forme complexe de manipulare a datelor pentru înregistrarea unei cantități mai mari de informații pe un mediu de stocare, fără depășirea limitelor de detectare a tranzițiilor de flux. În cea mai cunoscută formă a acestei metode, numită RLL 2,7, fiecare octet de date este codat printr-o combinație de 16 tranziții de flux.

Deși această tehnică de manipulare necesită de două ori mai multe tranziții de flux pentru stocarea unei cantități date de informații, oferă avantajul că numai o mică parte din numărul total de coduri pe 16 biți sunt necesare pentru stocarea fără ambiguități a tuturor codurilor posibile de opt biți. Există 256 de coduri pe opt biți și 65.536 coduri pe 16 biți. Ca urmare, proiectantul sistemului are o mulțime de coduri pe 16 biți din care poate selecta unul pentru fiecare octet de date. Cu puțină ingeniozitate, proiectantul poate alege numai combinațiile de tranziții de flux care pot fi înregistrate mai ușor pe disc. În sistemul RLL 2,7 combinațiile de 16 biți sunt alese astfel încât între două seturi de valori 1 să se afle cel puțin două și cel mult șapte valori 0 în șirul rezultat de tranziții de flux. Combinațiile pe 16 biți care nu respectă regula 2,7 sunt considerate ilegale și nu apar niciodată în fluxul de date care este transmis dispozitivului magnetic de stocare.

Deși această schemă de codare are nevoie de două ori mai mulți biți pentru stocarea datelor, impulsurile din fluxul de date corespund mai bine limitelor de spațiere a tranzițiilor de flux impuse de mediul magnetic. De fapt, prin respectarea regulii 2,7 distanța dintre tranzițiile de flux este de trei ori mai mare decât în cazul înregistrării în simplă densitate, deoarece numai valorile 1 determină o tranziție de flux, și între două valori 1 succesive este întotdeauna o distanță de cel puțin trei spații binare. Deși în șirul de date există de două ori mai mulți biți de cod, ca urmare a translației de la 8 la 16 biți, tranzițiile de flux corespunzătoare de pe mediul magnetic pot fi de trei ori mai apropiate, păstrând același spațiu ca și în cazul tehnicii MFM. Câștigul total obținut prin tehnica RLL 2,7 față de MFM este de 50 de procente.

Dezavantajul unei densități mai mari de înregistrare este necesitatea folosirii unor circuite de control mai complexe și a unei lărgimi mai mari de bandă pentru manipularea ratelor mai mari de transfer al datelor.

## Codarea RLL avansată

Un sistem de codare RLL mai avansat nu numai că îmbunătățește densitatea de stocare care poate fi obținută pe un disc, dar este tolerat mai bine de discurile mai vechi. Noul sistem diferă de codul RLL 2,7 prin faptul că schimbă combinațiile de biți astfel încât numărul de valori zero consecutive este între trei și nouă. Acest sistem, cunoscut sub

numele de RLL 3,9 (din motive evidente) sau Advanced RLL folosește tot conversia de la 8 la 16 biți, dar asigură o distanță minimă de patru spații binare între două valori unu consecutive. Câștigul net, permițând pierderi în procesul de translatare a datelor, ajunge la 100%. Cu ajutorul codului RLL 3,9 informațiile pot fi stocate cu o densitate de două ori mai mare decât în cazul folosirii tehnicilor de înregistrare cu densitate dublă.

Aceste posibilități aparent extraordinare de împachetare a datelor sunt rezultatul diferitelor limite artificiale impuse de cele mai multe sisteme de stocare. Până de curând, cele mai multe dispozitive de stocare erau proiectate pentru înregistrarea cu densitate dublă și respectau standarde de interfață precis definite pentru conectarea cu circuitele electronice de control. Noile interfețe pentru hard-discuri izolează codarea datelor de fluxul de date trimis către calculatorul gazdă. Ca urmare, producătorii de discuri sunt liberi să folosească orice formă de codare a datelor, fără ca utilizatorii sau PC-ul să remarce vreo diferență. În cazul hard-discurilor moderne forma de codare folosită este rareori dezvăluită (deși uneori puteți să o descoperiți dacă studiați cu atenție foaia de specificații a producătorului). Oricum, această informație este irelevantă dacă folosiți o interfață de disc avansată.

## Sistemul PRML

Deși tehnicile de înregistrare pe grupuri și-au jucat bine rolul în evoluția hard-discurilor pentru PC-uri, o altă tehnică, numită *probabilitate maximă de răspuns parțial (Partial Response Maximum Likelihood – PRML)* operează în direcția opusă. În loc să modifice datele – în esență, extinzându-le pentru a le face să lucreze mai bine cu componentele hardware existente – aceasta modifică circuitele electronice de citire ale unității de disc, astfel încât să sorteze mai bine datele dens înregistrate. IBM a introdus electronica PRML în 1990, iar tehnologia și-a făcut loc pe piața hard-discurilor pentru PC-uri câțiva ani mai târziu.

Tehnica PRML funcționează numai în timpul citirii discului. Scopul specific este să compenseze *interferența inter-simbol*, un tip de distorsionare care apare atunci când unitatea de disc înregistrează dens datele. În timp ce scanează suprafața discului, capul de citire/scriere produce un semnal analogic. Circuitele electronice de citire ale discurilor convenționale detectează vârfurile impulsurile analogice și le transformă în biți digitali. La rate mari de transfer, care apar atunci când tranzițiile de flux sunt împachetate dens și discurile se rotesc rapid, vârfurile impulsurilor se pot confunda. Circuitele electronice pot să ia doi biți drept unul singur sau să facă erori similare. Electronica de citire PRML poate sorta mai bine semnalele analogice, translatând semnalele în date cu mai multă siguranță.

Primul pas în procesul PRML este filtrarea semnalelor de la capul de citire/scriere folosind tehnici digitale, formând semnalele cu o caracteristică de răspuns parțial, prin modificarea răspunsului în frecvență și caracteristici de sincronizare. Folosind prelucrarea digitală, sistemul PRML detectează apoi locurile în care este cel mai probabil să apară semnalele generate de tranzițiile de flux. Sistemul PRML folosește un algoritm de detectare a secvențelor, dezvoltat de Andrew Viterbi, care sortează cu precizie datele.

Principalul avantaj al tehnicii PRML este faptul că asigură integritatea datelor la densități mari ale biților și la rate mai mari de transfer al datelor între capetele de citire și circuitele electronice. Sistemul PRML nu necesită o codare specială în timpul înregistrării. De fapt, unul dintre avantaje este faptul că evită creșterea numărului de biți, generată de tehnicile de codare pe grupuri. Deoarece pe disc trebuie scriși mai puțini biți, sistemul PRML permite înregistrarea unei cantități mai mari de date pe un disc dat. Deoarece permite creșterea densității pe disc, sistemul PRML poate crește viteza de citire fără să modifice viteza de rotație a discului.

## Comprimarea datelor

În cazul codificării pe grupuri, corespondența dintre combinația de biți din datele de intrare și combinația de tranziții de flux care reprezintă datele este independentă de toate celelalte combinații de biți din șirul de date. Fiecare combinație de biți corespunde direct unei combinații de tranziții de flux. Sistemul de codare pe grupuri înlocuiește automat combinațiile de biți cu combinații de tranziții, astfel încât să se obțină o densitate optimă de stocare pentru fiecare octet de date.

Dar codarea pe grupuri nu reprezintă cea mai eficientă metodă de înregistrare a informațiilor pe un mediu de stocare. Mulți dintre octeții dintr-un flux de date sunt redundanți. Aceste informații ar putea fi reprezentate pe mai puțini octeți. Sistemele de codare pe grupuri reprezintă fluxul de octeți individuali fără să țină seama de conținutul acestora, numai prin reproducerea corectă a fiecărui octet. Acest sistem nu garantează cu nimic cea mai eficientă codare a informațiilor reale în fluxul de date.

În contrast cu punctul de vedere local al mecanismelor de codare pe grupuri, sistemele cu comprimare de date au un punct de vedere global. Prin examinarea combinațiilor de octeți, în locul combinațiilor de biți din cadrul fiecărui octet, sistemele de comprimare încearcă să descopere combinații care pot fi reprezentate mai eficient. Scopul comprimării datelor este eliminarea redundanțelor, separând masa de conținut. De fapt, sistemele de comprimare „scot aerul“ din fluxul de date. Comprimarea datelor poate reduce fișierele prea umflate la cea mai mică reprezentare, care poate fi adusă ulterior la forma originală printr-un proces de decomprimare.

Cele mai multe sisteme de comprimare funcționează prin reducerea combinațiilor recurente de octeți din fluxul de date la elemente mai scurte, numite atomi. De exemplu, combinația „*at*“, formată din doi octeți, poate fi codată ca un singur octet @, reducând la jumătate spațiul de stocare. Cele mai multe sisteme de comprimare nu alocă combinațiilor de biți atomi permanenți, ci fac aceste alocări în timpul lucrului. Sistemul lucrează cu un singur bloc de date la un moment dat, luând-o de la început pentru fiecare bloc. Ca urmare, combinațiile stocate de atomii dintr-un bloc pot fi complet diferite de cele din blocul următor. Cheia de decodare a combinațiilor de biți din atomi este inclusă ca parte a fluxului de date.

Sistemele de comprimare pentru discuri folosesc tehnologiile de comprimare a datelor pentru creșterea capacității aparente a discurilor. În general, acestea funcționează prin crearea unui disc virtual cu capacitate mărită, cu care puteți să lucrați ca și cum ar fi un disc obișnuit (dar mai mare). Sistemul de comprimare asigură automat comprimarea și decomprimarea datelor în timpul lucrului. Informațiile sunt stocate într-o formă comprimată pe discul fizic, care este invizibil pentru utilizator.

Raportul de comprimare reprezintă o combinație între spațiul de stocare necesar pentru informațiile comprimate și spațiul necesar pentru datele necomprimate. De exemplu, un raport de comprimare de 90% reduce cerințele de stocare cu 90 de procente. Datele comprimate pot fi stocate în 10 la sută din spațiul necesar pentru forma originală a datelor. Cele mai multe sisteme de comprimare obțin un raport de comprimare de aproximativ 50 de procente pentru datele combinate folosite de cei mai mulți utilizatori.

Deoarece raportul de comprimare depinde de tipul datelor stocate, capacitatea finală a unui disc care folosește tehnici de comprimare este imposibil de prevăzut. Capacitatea disponibilă raportată de sistemul de operare pe un disc comprimat este estimată în funcție de raportul de comprimare presupus. Puteți să modificați această presupunere ca

să creșteți capacitatea liberă raportată, dar capacitatea reală (care depinde de datele pe care le stocați, nu de raportul de comprimare estimat) nu se va schimba.

## Comprimarea cu pierderi și comprimarea fără pierderi

Cele mai multe sisteme de comprimare presupun că vreți să obțineți toți biții și octeții pe care i-ați stocat. Nu vreți să dispară numere din foile de calcul sau comenzi din programe. Presupuneți că decomprimarea datelor comprimate va avea ca rezultat datele cu care ați pornit – fără să pierdeți nici un bit. Procesele care asigură aceste rezultate sunt numite sisteme de comprimare fără pierderi.

Uneori, este posibil ca datele să conțină mai multe detalii decât aveți nevoie. De exemplu, puteți să scanați o fotografie cu un scanner true-color pe 24 de biți și să afișați imaginea pe un sistem VGA obișnuit, cu un domeniu de culori cu numai 256 de nuanțe. Toate informațiile precise de culoare din imaginea scanată sunt pierdute pe ecran, iar spațiul de pe disc folosit pentru stocare ar putea fi utilizat mai bine.

Imaginile analogice convertite în formă digitală sau înregistrările audio digitizate conțin deseori nuanțe subtile, care depășesc posibilitățile de percepție ale celor mai mulți oameni. Unele scheme de comprimare a datelor, numite sisteme de comprimare cu pierderi, ignoră aceste nuanțe fine. Datele reconstituite nu reprezintă o copie exactă a originalului. Pentru vizualizare sau ascultare, datele reconstituite sunt deseori destul de bune. Deoarece sistemele de comprimare cu pierderi lucrează mai repede decât schemele de comprimare fără pierderi, iar raporturile de comprimare sunt mai mari, sunt deseori folosite în aplicațiile critice din punctul de vedere al timpului și spațiului – cum ar fi stocarea imaginilor și a sunetelor.

## Comprimarea software

Comprimarea este o transformare a datelor, asemănătoare cu alte operații de manipulare executate de microprocesor. Ca urmare, un program software obișnuit poate transforma microprocesorul unui PC într-un sistem excelent de comprimare a datelor.

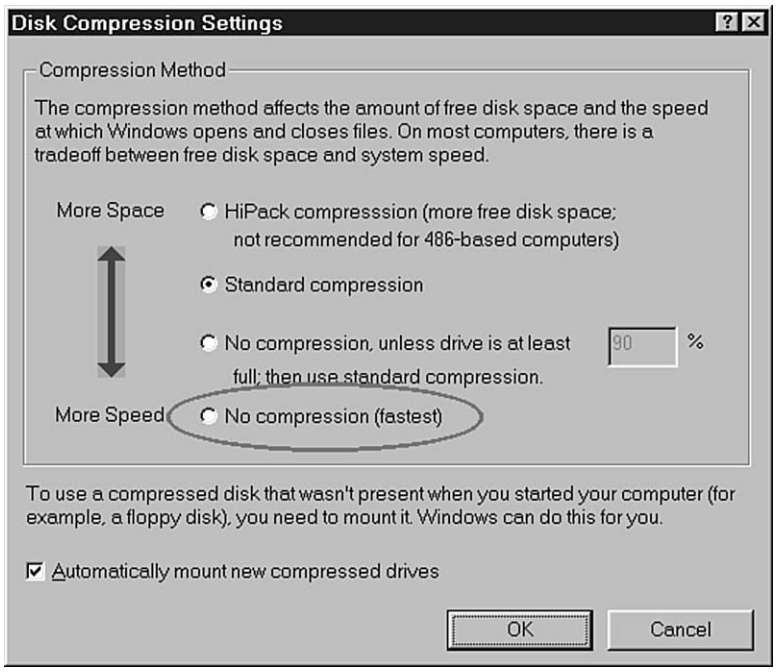
Cel mai popular sistem actual de comprimare a discurilor este DriveSpace, fie și numai datorită faptului că este o parte standard a sistemelor de operare oferite de Microsoft. Programul DriveSpace a ajuns la a treia versiune. Microsoft a creat prima versiune ca o îmbunătățire a sistemului de operare DOS 6.22, pentru a rezolva litigiile cu firma Stac Electronics, care a dezvoltat programul Stacker. DriveSpace 2 a fost programul de comprimare standard inclus în Windows 95. Microsoft oferă cea mai recentă versiune, DriveSpace 3, ca o opțiune cu cost scăzut, prin pachetul de utilitare Plus! pentru Windows 95 și ca utilitar standard pentru Windows 98.

Versiunile DriveSpace și DriveSpace 2 limitează capacitatea de stocare la 512 MB de date comprimate. Versiunea DriveSpace 3 ridică limita la 2 GB. DriveSpace 3 adaugă și două opțiuni de comprimare avansată: HiPack, care lucrează din mers și promite o comprimare suplimentară de 10-15% (conform cifrelor furnizate de Microsoft), și UltraPack, care rulează off-line, de obicei în timpul nopții, conform planificării făcute de un program numit Compression Agent (un alt program utilitar din pachetul Plus!) și pune la dispoziție orice octet disponibil. Deschiderea fișierelor comprimate cu programul UltraPack este încetinită atât de mult, încât Microsoft nu recomandă folosirea acestui nivel de comprimare pentru sistemele 486 sau mai lente. După deschidere, un fișier comprimat cu opțiunea UltraPack este stocat într-o formă mai puțin comprimată, care permite deschiderea mai rapidă, până la următoarea recomprimare cu opțiunea UltraPack.

Toate cele trei versiuni ale programului DriveSpace folosesc același mecanism de bază. Acestea creează un disc virtual, folosit de programe ca și cum ar fi discul real. Datele de pe discul virtual sunt stocate într-un *fișier de volum comprimat* de pe discul fizic, numit de Microsoft *unitate gazdă*. În procesul de configurare a sistemului la fiecare încărcare, sistemul de operare alocă fișierului de volum comprimat (CVF) litera C:, iar litera unității gazdă (care în mod normal *ar fi fost* C:) este înlocuită cu litera H:, deși această literă de disc poate fi mascată la listarea normală. Fișierul CVF este stocat pe discul gazdă sub numele DRVSPACE.000, fișier pe care în mod normal nu îl vedeți, deoarece are atributele Read-Only, Hidden și System. Aceste atribute au și rolul de a împiedica modificarea fișierului CVF. Deși puteți să schimbați atributele fișierului CVF și să îl vedeți sau să îl editați, orice modificare în acest fișier poate deteriora întregul conținut, făcând nefolosibile *toate* datele stocate.

Pentru a obține mai mult spațiu pe disc, programul DriveSpace alocă fișierelor comprimate unități de 512 octeți în locul unităților normale de alocare (care pot ajunge la 32 KB în cazul discurilor mari cu tabele de alocare pe 16 biți). Folosirea unor unități de alocare mai mici reduce spațiul folosit de fiecare fișier, deoarece în medie fiecare fișier (inclusiv subdirectoarele și scurtăturile) irosesc o jumătate de unitate de alocare din spațiul de pe disc. Programul DriveSpace 3 poate beneficia de pe urma acestei caracteristici, fără să folosească tehnicile de comprimare, prin selectarea opțiunii „No Compression" în caseta de dialog Settings (Configurare) din meniul Advanced, așa cum se poate vedea în Figura 8.3.

**FIGURA 8.3**
*Opțiunea No Compression a programului DriveSpace 3.*


Disk Compression Settings
Compression Method
The compression method affects the amount of free disk space and the speed at which Windows opens and closes files. On most computers, there is a tradeoff between free disk space and system speed.
More Space
HiPack compresssion (more free disk space; not recommended for 486-based computers)
Standard compression
No compression, unless drive is at least 90 % full; then use standard compression.
More Speed
No compression (fastest)
To use a compressed disk that wasn't present when you started your computer (for example, a floppy disk), you need to mount it. Windows can do this for you.
Automatically mount new compressed drives
OK
Cancel

Programul DriveSpace al firmei Microsoft cere ca sistemul de operare să citească driverul de comprimare a discului de pe discul de încărcare înainte de a putea folosi tehnicile de comprimare. Ca urmare, fișierele de care sistemul de operare are nevoie pentru etapele preliminare de inițializare nu pot fi comprimate – dacă ar fi comprimate, sistemul de operare nu le-ar putea descifra. La instalare, programul DriveSpace rezervă spațiu pentru aceste fișiere înainte de alocarea spațiului pentru fișierul CVF.

Primele versiuni ale programului DriveSpace și ale sistemului de operare Windows nu permiteau stocarea fișierului de memorie virtuală sau a fișierului de schimb în fișierul comprimat (CVF). Pentru acestea trebuia rezervat un spațiu separat pe disc, în care fișierele erau stocate în formă necomprimată. Windows 95 și versiunile ulterioare permit stocarea fișierului Registry și a fișierului de schimb pe discul comprimat, deși în cazul stocării fișierului de schimb pe discul comprimat, sistemul de discuri trebuie să folosească un mod protejat de acces pentru unitatea gazdă. De fapt, fișierul de schimb nu este comprimat nici dacă este stocat pe discul comprimat. În primul rând din motive de performanță, acesta este marcat ca necomprimabil și este stocat în forma nativă. Pentru reducerea fragmentării (și deci îmbunătățirea performanței) acest fișier este stocat ultimul în stiva de sectoare.

După ce creați un disc CVF, dimensiunea acestuia este determinată de spațiul alocat pe discul gazdă. Deoarece raportul real de comprimare obținut de orice program depinde de tipul datelor stocate, capacitatea de stocare reală poate să difere. Programul DriveSpace folosește un algoritm simplu pentru calcularea spațiului liber raportat pentru un disc comprimat – înmulțește spațiul liber rămas în fișierul CVF de pe discul gazdă cu raportul de comprimare, care de obicei are valoarea doi. Puteți să modificați raportul de comprimare folosind opțiunea Change Ratio din meniul Advanced al programului DriveSpace. Modificarea acestei valori afectează capacitatea aparentă a discului comprimat – creșteți raportul de comprimare și capacitatea aparentă crește proporțional. Totuși, spațiul real de stocare *nu se modifică*. Dacă raportul de comprimare are o valoare prea mare, spațiul liber de pe discul comprimat va dispărea cu o viteză uimitoare, lăsându-vă foarte repede cu un disc plin și fără spațiu pentru salvarea fișierelor.

Atunci când sistemul de operare raportează dimensiunea unui fișier stocat pe un disc comprimat, valoarea afișată reprezintă dimensiunea fișierului *necomprimat*.

DriveSpace vă oferă două opțiuni pentru crearea unui disc comprimat. Programul poate porni de la ceea ce aveți pe disc, comprimând fișierele existente, sau poate crea un nou disc comprimat. A doua opțiune este mai rapidă, deoarece DriveSpace nu trebuie să mai comprime datele existente. Dacă optați pentru comprimarea fișierelor existente, Microsoft vă recomandă, pe bună dreptate, să faceți mai întâi o copie de siguranță a datelor. Deși procesul de comprimare funcționează de obicei fără probleme, pot apărea erori în urma cărora nu mai puteți reface conținutul discului.

## Comprimarea hardware

Unii producători de hard-discuri au folosit metode de comprimare la nivel de dispozitiv pentru unele produse. Prin această tehnologie, coprocesorul de comprimare este mutat de pe placa de extensie în unitatea de disc. Astfel de discuri pot stoca mai multe informații decât le-ar permite în mod normal resursele. Deoarece circuitele de comprimare fac parte din unitatea de disc și intră automat în fluxul de date, nu este nevoie de drivere software pentru funcționarea acestui tip de comprimare. Spre deosebire de formele obișnuite de comprimare software sau hardware, care au nevoie de drivere software create specific pentru un sistem de operare, comprimarea la nivel de dispozitiv funcționează sub toate sistemele de operare și este complet invizibilă. Nu este necesară decât compatibilitatea hardware de bază: o interfață la care să puteți conecta unitatea de disc.

Astfel de unități au un dezavantaj. Toate sistemele de comprimare – software, prin coprocesor (componente hardware la nivelul plăcii) sau la nivel de dispozitiv – folosesc, în esență, aceleași metode de comprimare, chiar aceiași algoritmi. Ca rezultat, folosirea

mai multor metode este contraproductivă. Datele deja comprimate nu mai pot fi comprimate încă o dată (cel puțin nu cu același algoritm). Suprapunerea mai multor niveluri de comprimare nu are ca rezultat mai mult spațiu, poate chiar să ducă la irosirea spațiului și afectează cu certitudine performanțele.

Pe piață au apărut foarte puține unități de disc cu comprimare la nivel de dispozitiv. Datorită progreselor făcute în creșterea capacității și altor îmbunătățiri tehnologice, spațiul câștigat prin comprimare nu merită efortul. Totuși, posibilitatea rămâne, pentru cazurile în care un producător are nevoie de un surplus de capacitate.

### Comprimarea fișierelor și sisteme de arhivare

Comprimarea s-a dovedit a fi o tehnologie atât de valoroasă încât este folosită și în alte scopuri decât creșterea capacității de stocare a discurilor. De exemplu, protocoalele avansate folosite de modemuri includ deseori opțiuni de comprimare a datelor pentru creșterea ratei de transfer. În plus, programe de arhivare precum PKZip utilizează tehnicile de arhivare pentru folosirea mai eficientă a spațiului de pe disc.

Programele de arhivare și de comprimare a fișierelor diferă de sistemele de comprimare a discurilor prin mai multe aspecte. Acestea sunt folosite pentru fișiere individuale, nu pentru întreg discul. Procesul nu este automat – selectați manual fișierele pe care vreți să le comprimați sau să le arhivați. Programele de arhivare nu pornesc automat, ci sunt lansate în execuție printr-o comandă. Acestea comprimă fișiere individuale, dar pot împacheta mai multe fișiere într-un singur fișier arhivă. Fișierele arhivă sunt stocate ca fișiere Windows obișnuite, dar pot fi citite sau executate numai după ce au fost decomprimate.

Deoarece aceste sisteme de arhivare nu fac comprimarea din mers, pot folosi un timp suplimentar pentru optimizarea metodelor de comprimare – de exemplu, încercând mai mulți algoritmi pentru a selecta metoda optimă de arhivare. Deseori, aceste programe pot obține rapoarte de comprimare mai bune decât programele standard de comprimare a discurilor. (Deoarece timpul de rulare nu este critic, aceste programe pot încerca metode de comprimare mai complexe, ignorând regula că un fișier deja comprimat nu poate fi comprimat și mai mult.) Sistemele de comprimare a discurilor nu pot reduce mai mult spațiul ocupat de aceste fișiere.

Probabil cea mai cunoscută aplicație a programelor de comprimare a fișierelor este pregătirea fișierelor pentru transmiterea prin modem; se realizează împachetarea unui grup de fișiere înrudite, reducerea acestora la o dimensiune minimă și apoi transmiterea printr-o simplă comandă. Desigur, fișierele obținute nu mai pot fi comprimate, așa că modemul va lucra aparent la o viteză mai mică, transmițând datele comprimate octet la octet.

## Circuite electronice și interfețe

Un sistem de stocare masivă este format, de obicei, din trei părți, care uneori sunt combinate. Unitatea sau mijlocul de transport (împreună cu circuitele electronice interne) manipulează mediul de stocare, derulând banda sau rotind discul. Circuitele electronice ale controllerului generează semnalele care controlează unitatea, pe baza comenzilor transmise de sistemul calculatorului gazdă. Adaptorul gazdă transformă semnalele generate de calculatorul gazdă – pentru scopurile acestei cărți, semnalele transportate de magistrala PCI sau ISA – în semnale compatibile cu controllerul.

Circuitele electronice ale unității îndeplinesc un număr de funcții, depinzând de vârsta unității de disc. Circuitele electronice ale celor mai vechi unități nu aveau alte sarcini

decât controlul operării fizice a unității. Acestea monitorizau și controlau viteza mediului de înregistrare – de exemplu, se asigurau că viteza de rotație a discului era corectă și constantă. În rest, circuitele electronice nu făceau decât să amplifice semnalele primite de la controllerul extern, astfel încât puterea livrată să fie adecvată funcțiilor fizice. Unitatea nu era interesată de informațiile înregistrate. Nu făcea decât să transmită biții citiți către sistemul gazdă, care trebuia să îi interpreteze.

În cazul acestor produse, fluxul de date generat de unitate era gestionat de un controller extern. Un *separator de date* prelua semnalele brute și extrăgea biții. Alte circuite logice ale unității formatau datele, astfel încât acestea să fie compatibile cu calculatorul gazdă – de exemplu, preluând fluxul de date serial și creând un semnal paralel pentru magistrală. De asemenea, controllerul translata comenzile de nivel înalt primite de la calculator în semnalele necesare pentru operarea fizică a unității. Acest tip de controller este numit *controller la nivel de dispozitiv*, deoarece modelul și operarea depind de dispozitivul controlat. Un controller la nivel de dispozitiv pentru un hard-disc operează diferit de unul pentru o unitate de bandă.

Pe măsură ce a devenit posibilă reducerea dimensiunii circuitelor electronice, astfel încât toate funcțiile controllerului să fie integrate chiar pe unitate, inginerii au abordat o nouă cale în proiectarea interfețelor. Au făcut în așa fel încât interfața să transmită aceleași semnale, indiferent de tipul dispozitivului conectat. Interfața folosește semnale electrice comune pentru toate tipurile de dispozitive. În loc să fie folosite semnale hardware pentru controlul dispozitivului, controlul se face prin comenzi software. Interfața are un set de comenzi care cuprinde toate funcțiile necesare pentru operarea oricărui dispozitiv care ar putea fi conectat la interfață. Interfața livrează datele primite de la unitate nu ca un flux serial de biți, ci sub forma unui canal paralel de date, asemănător cu magistrala unui calculator, cu datele deja formatate și pregătite pentru a fi folosite. Acest tip de interfață este descrisă ca fiind la *nivel de sistem*, deoarece semnalele sunt compatibile cu sistemul gazdă, nu cu un anumit dispozitiv.

Spre deosebire de interfețele la nivel de dispozitiv, interfețele la nivel de sistem acordă proiectantului unui sistem de stocare masivă o mai mare libertate. Funcționarea internă a dispozitivului de stocare este invizibilă pentru interfață – toate semnalele generate de acesta sunt date într-un format compatibil cu calculatorul gazdă. În timp ce interfețele la nivel de dispozitiv transferă date brute primite de la disc sau de la un alt dispozitiv (inclusiv informațiile de formatare ale dispozitivului, cum ar fi identificatorii de sectoare), interfețele la nivel de sistem nu transferă decât date active. La nivel de sistem sunt transmise numai informații sumare despre dispozitiv, în timp ce interfețele la nivel de dispozitiv trebuie să includă și alte amănunte irelevante. Eliminând informațiile inutile, o interfață la nivel de sistem poate transfera mai multe date, chiar dacă operează la aceeași frecvență de ceas ca și o interfață la nivel de dispozitiv.

În plus, deoarece dispozitivul real este invizibil pentru semnalele interfeței, proiectarea interfețelor la nivel de sistem permite introducerea inovațiilor tehnice fără afectarea compatibilității. Noile tehnologii pentru capacități mai mari, securitate mai bună și chiar productivități mai mari pot fi adaptate fără să fie necesară modificarea standardelor. Toate interfețele moderne – în particular, AT Attachment și SCSI – sunt interfețe la nivel de sistem.

## Utilizarea cache-ului

Toate dispozitivele de stocare masivă – indiferent dacă este vorba despre hard-discuri magnetice, dischete sau discuri optice – prezintă două restricții de performanță principale: viteza de acces și rata de transfer. Viteza de acces reprezintă întârzierea

inevitabilă dintre momentul în care calculatorul cere un anumit octet sau bloc de informații de pe disc și momentul în care informația respectivă este localizată pe disc. În specificații, viteza de acces este precizată printr-un număr numit timp mediu de acces, care descrie timpul mediu (în milisecunde) necesar capetelor de citire/scriere să se deplaseze de la o pistă la alta pe disc. Rata de transfer descrie viteza cu care informațiile stocate pe disc pot fi mutate în memoria de lucru a PC-ului. De obicei, aceasta este măsurată în megaocteți pe secundă.

Viteza de acces și rata de acces sunt aspecte de proiectare, dar limitele sunt determinate de probleme mecanice. Din cauza naturii mecanice a limitărilor de viteză, orice îmbunătățire miraculoasă a performanțelor este imposibilă în cazul discurilor. Deoarece legile mecanicii, inclusiv principiul inerției și alte principii la care țin oamenii de știință, împiedică accelerarea instantanee, întârzierile de acces nu vor putea fi eliminate niciodată din sistemele mecanice. Mai precis, mecanismele practice nu vor putea niciodată să reducă întârzierile atât de mult încât să nu mai deranjeze pe nimeni – inclusiv pe dumneavoastră. La fel, vitezele de rotație sunt limitate de probleme mecanice, cum ar fi integritatea mecanică (dacă rotiți un disc prea repede, acesta va fi rupt în bucăți de forța centrifugă) sau faptul că densitatea datelor este restricționată de posibilitățile tehnologiilor de citire/scriere, care trebuie să diferențieze biții individuali stocați pe suprafața discului.

Cea mai mare problemă a acestor limite mecanice este faptul că sunt cu câteva ordine de mărime mai mari decât limitele logice și electronice ale componentelor unui calculator. Un calculator gândește în nanosecunde și microsecunde, dar trebuie să aștepte milisecunde pentru datele de care are nevoie de pe disc. Calculatorul trebuie să aștepte perioade lungi de timp atunci când de pe un dispozitiv de stocare masivă trebuie transferate blocuri mari de informații.

Cea mai bună cale de depășire a acestor bariere mecanice este folosirea unui cache. Un cache pentru citire încearcă să păstreze în memorie datele de pe disc de care urmează să aveți nevoie, astfel încât să aveți acces la acestea cu viteza oferită de componentele electronice, nu de cele mecanice. Cache-ul pentru scriere preia datele pe care doriți să le scrieți pe disc la viteză mare și le scrie ulterior pe disc la viteza permisă de componentele mecanice. Toate sistemele de operare moderne oferă un tip oarecare de cache, fie ca parte integrantă a sistemului de fișiere, fie ca program independent. Cache-urile sunt parte integrantă a sistemelor de fișiere NTFS, folosit de Windows NT și Windows 2000, și VFAT, nativ în Windows 95 și Windows 98.

Cache-urile sunt clasificate în două categorii – software și hardware – în funcție de tipul memoriei folosite și de localizarea în sistem. Cache-urile software folosesc o parte a memoriei principale a PC-ului. Cache-urile hardware folosesc memorii proprii dedicate. Cele mai multe hard-discuri moderne încorporează buffere cu dimensiuni de la o pistă la un megaoctet. Adaptoarele gazdă de mare performanță pentru discuri includ deseori cache-uri hardware care pot ajunge la 16 MB sau chiar mai mult.

Cache-urile software au un avantaj de performanță prin faptul că operează după interfața de disc și magistrala de extensie. Acestea pot opera mai repede decât limitele de performanță impuse de interfață și de magistrală. Informațiile păstrate de cache-ul hardware, chiar dacă sunt disponibile imediat, pot fi încetinite prin interfață și prin magistrala de extensie. Totuși, în practică diferența de performanță se reduce la a fi un fapt interesant. Magistralele și interfețele rapide actuale impun restricții foarte mici de performanță. Mai mult, cele două tehnologii de utilizare a cache-ului sunt folosite în aplicații diferite, problema fiind irelevantă din punct de vedere practic.

## Funcționarea cache-ului

Sistemele de cache pentru discuri diferă din trei puncte de vedere principale: modul de manipulare a operațiilor de citire, cum (și dacă) intermediază operațiile de scriere și modul de folosire și de gestionare a memoriei sistemului.

### Utilizarea unui buffer pentru citire

Funcția fundamentală a unui cache pentru discuri este aceea de buffer pentru operațiile de citire. Programul de cache citește în memoria proprie datele pe care anticipează că le vor cere sistemul de operare și aplicațiile rulate și, dacă anticiparea s-a făcut cu succes, furnizează aceste date cu viteza permisă de memoria RAM. Dacă datele nu se află în memorie, programul de cache direcționează aplicațiile în vederea citirii datelor de pe disc, la viteza permisă de acesta.

Eficiența cache-ului de citire – îmbunătățirea vitezei de citire a informațiilor de pe disc – este determinată de elemente de proiectare. Aceste elemente includ modul de umplere a cache-ului cu date, modul de actualizare a conținutului memoriei și metoda prin care cache-ul determină dacă informațiile cerute se află în memoria proprie.

Prima problemă pare simplă. În definitiv, înainte de a putea să citiți ceva din cache, trebuie să fie ceva acolo. Dar umplerea cache-ului seamănă cu prezicerea viitorului – programul care controlează cache-ul încearcă să ghicească necesitățile sistemului. Cele mai multe cache-uri folosesc o metodă destul de directă, citind de pe o pistă a discului (sau, mai rar, dintr-un fișier) mai mult decât cere o anumită aplicație. Presupunerea care stă la baza acestei metode este că veți avea nevoie de mai multe informații din același loc.

După câteva cereri de citire, memoria cache-ului se umple și programul de control trebuie să decidă ce să păstreze și ce să elimine ca să facă loc noilor date. Producătorii de cache-uri software folosesc mai mulți algoritmi diferiți. Cei mai mulți algoritmi sunt variante ale metodelor *LFU (Least Frequently Used* – cel mai puțin frecvent folosit) și *LRU (Least Recently Used* – cel mai puțin recent folosit), în ordinea de popularitate de mai sus. Primul algoritm elimină din cache datele folosite cel mai rar. Al doilea algoritm elimină datele de la solicitarea cărora a trecut cel mai mult timp. Tehnica LFU este mai complexă și solicită în mai mare măsură resursele sistemului, așa că tehnica LRU are deseori rezultate mai bune. Chiar și așa, în sistemele tipice diferența de performanțe dintre cele două metode este de aproximativ 8 procente, destul de puțin ca să fie considerate egale.

Ținerea evidenței datelor din cache este o problemă de reducere a timpului necesar pentru a determina dacă informațiile căutate se află în cache. În general, programele de cache alocă etichete pentru asocierea datelor din cache cu datele de pe disc. Modul exact de manipulare a acestor informații, ca și alte detalii ale algoritmilor de cache folosiți de produsele specifice, sunt ținute în mare secret de către producătorii celor mai multe programe de cache. În cea mai mare parte, producătorii tratează tehnologia folosită ca și cum ar fi magie neagră – ba chiar ceva și mai misterios.

În ciuda acestor miracole brevetate, cei mai mulți proiectanți admit că performanțele diferitelor sisteme de cache pentru operațiile de citire de pe disc sunt cam aceleași. Dacă puteți să înlocuiți sau să adăugați alte sisteme de cache, nu veți observa diferențe semnificative de performanță (deși folosirea unei alte tehnologii prezentate în acest capitol, cache-ul hardware, este o altă problemă). Această realitate inevitabilă, combinată cu includerea în sistemele de operare moderne a programelor de cache, a dus la eliminarea de pe piață a produselor similare ale firmelor terțe.

### Utilizarea unui buffer pentru scriere

Intermedierea operațiilor de scriere este o problemă complexă. Mulți proiectanți de cache-uri evită această tehnică, datorită pericolelor inerente. Datele pe care doriți să le scrieți pe disc sunt păstrate temporar în memoria bazată pe circuite semiconductoare. Dacă opriți calculatorul înainte ca datele să fie scrise pe disc, acestea se pot pierde, chiar dacă dumneavoastră ați crezut că au fost salvate.

Primele programe de cache, mai agresive, erau proiectate în vederea folosirii unei tehnici numite *scriere întârziată* (delayed writing). Programul de cache păstrează în memorie datele destinate discului cât timp sistemul este ocupat, mai ales dacă acesta scrie pe disc. Dacă programul sesizează o întrerupere – de exemplu, un moment în care dumneavoastră vă uitați la ecran și vă întrebați ce să faceți – programul de cache aruncă toate datele pe disc. Cu cât așteptarea este mai lungă, cu atât datele destinate discului sunt mai expuse capriciilor dumneavoastră sau căderilor de tensiune. Cele mai multe programe de acest tip limitează perioada de întârziere înaintea scrierii efective; multe permit utilizatorului să decidă mărimea acestei perioade.

O soluție alternativă la scrierea întârziată este *scrierea concurentă* (concurrent writing). În loc să aștepte o perioadă de timp, programul de cache scrie datele pe disc în același timp cu operațiile pe care le executați în continuare, ceea ce face să pară că scrierea este executată imediat. Tehnica este simplă din punct de vedere conceptual – cache-ul primește datele de la aplicații și începe imediat scrierea acestora pe disc. În loc să oblige sistemul să aștepte cât timp datele sunt transferate prin interfața de disc și mecanismul de scriere, cache-ul vă permite să mențineți controlul asupra programelor. Scrierea efectivă pe disc continuă un timp, concurent cu operarea normală a PC-ului. Cele mai multe sisteme de operare moderne folosesc această metodă de scriere pe disc, transferând operațiile de scriere într-un fir de execuție separat. Deși această tehnică poate să nu fie considerată o operație cache reală – deoarece nu este rezervată o zonă de memorie separată pentru cache și nu sunt folosiți algoritmi speciali – rezultatul este același.

Nici aceste tehnologii de scriere concurentă nu sunt lipsite de pericole. Oprirea calculatorului înainte de terminarea operațiilor de scriere are ca rezultat pierderea datelor. Totuși, nu poate fi stabilită o perioadă de vulnerabilitate, așa cum se întâmplă în cazul sistemelor cu scriere întârziată. Imediat ce ledul care indică activitatea discului se stinge, puteți să opriți sau să reinițializați PC-ul. Dacă respectați procedura normală de oprire cerută de sistemul de operare – executând clic pe opțiunea Shut Down înainte de a opri PC-ul – nu trebuie să vă faceți nici o problemă (cel puțin cu privire la scrierea pe disc).

## Folosirea memoriei

Cache-urile de citire și de scriere întârziată au nevoie de un tip oarecare de memorie pentru păstrarea temporară a datelor înainte de a fi folosite sau scrise pe disc. În particular, cache-urile de citire depind foarte mult de memorie, datorită naturii lor speculative: acestea trebuie să păstreze cât mai multe date, pentru a mări probabilitatea ca datele de care aveți nevoie să se afle în memorie. În general, cu cât cache-ul folosește mai multă memorie, cu atât pare a fi mai rapid.

### Cache-uri software

Această memorie trebuie să fie luată de undeva. Dacă folosiți un cache integrat în aplicație (sau un program de cache suplimentar), memoria folosită ca buffer este „răpită“ celorlalte programe. Un buffer de cache mai mare înseamnă mai puțină memorie lăsată la dispoziția aplicațiilor. În cazul sistemelor de operare moderne, care folosesc memorie

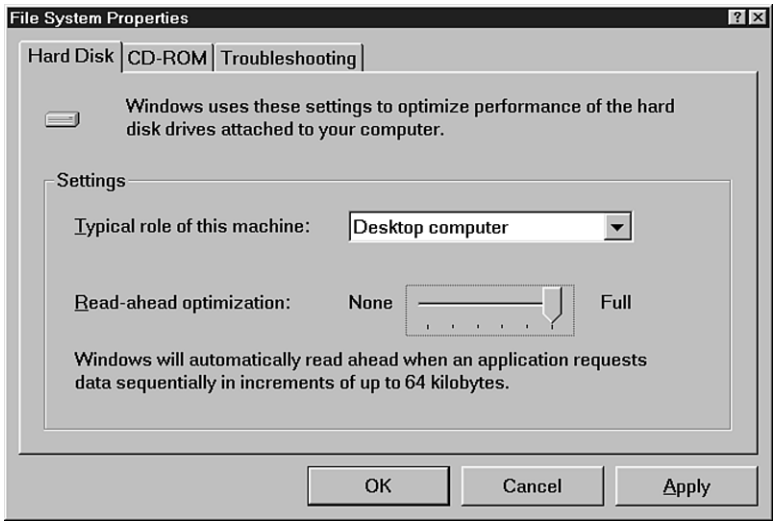
virtuală, un cache mare înseamnă transferarea mai multor date în memoria virtuală (care folosește spațiu de pe disc pentru emularea memoriei semiconductoare). Ca rezultat, un cache mai mare poate să încetinească sistemul în loc să îl accelereze.

Programele de cache moderne integrate în sistemele de operare alocă memoria astfel încât să evite asemenea probleme. Aceste programe încearcă să facă cel mai bun compromis între cache și memoria pentru aplicații. Cele mai multe vă permit, totuși, să ajustați într-o oarecare măsură parametrii cache-ului.

De exemplu, Windows 95 vă permite să stabiliți cantitatea de memorie dedicată cache-ului, deși metoda este puțin cam incomodă. Dimensiunea cache-ului (și ca urmare performanțele) este stabilită prin selectarea dimensiunii blocurilor citite în avans. Blocuri mai mari înseamnă mai multe date în buffer și posibilitatea unor performanțe mai bune.

Pentru ajustarea cache-ului din Windows 95, deschideți dosarul System din Control Panel, apoi executați clic pe eticheta Hard Disk din fereastra File System Properties. Veți vedea un ecran precum cel din Figura 8.4.

**FIGURA 8.4**
*Optimizarea operațiilor de citire în avans sub Windows 95.*




Puteți să modificați parametrii în două moduri: prin selectarea unei aplicații sau prin stabilirea directă a incrementului pentru blocurile citite în avans. Indiferent de calea prin care faceți modificarea, aceasta este reflectată de dimensiunea blocurilor citite în avans. Dimensiunea minimă este 0 KB iar cea maximă este 64 KB.

## Cache-uri hardware

Cache-urile hardware nu reduc cantitatea de memorie aflată la dispoziția aplicațiilor, deoarece au memorie proprie. Deși s-a scris foarte mult despre avantajele sistemelor hardware față de cele software, toate aspectele pot fi reduse la unul singur: costul. Îmbunătățirea calculatorului cu un cache hardware înseamnă cumpărarea unui adaptor de disc cu cache și echiparea acestuia cu memorie. În perioada crizei de memorii DRAM de acum câțiva ani, costul memoriei impunea restricții severe. În prezent, prețul memoriei RAM a scăzut atât de mult încât 16 MB este o cantitate accesibilă. Totuși, un adaptor de disc cu cache costă 200$ sau chiar mai mult. Ținând seama de faptul că puteți obține un cache software integrat în sistemul de operare, ar trebui să așteptați beneficii substanțiale în urma investiției într-un cache hardware. Aceste beneficii depind de ceea ce face PC-ul respectiv.

Cu siguranță, un cache hardware mare îmbunătățește răspunsul unui server de disc partajat de mai mulți utilizatori. Deoarece cererile de date ale diferiților utilizatori implică de obicei date diferite, dar care pot fi intercalate în timp, bufferele mici incluse în unitățile de disc actuale nu oferă prea mult ajutor. De fiecare dată când discul deservește un alt utilizator, conținutul curent al bufferului este înlocuit în cea mai mare parte, ceea ce înseamnă că acesta nu își atinge scopul. Un cache hardware mare poate conține mai multe date pentru mai mulți utilizatori, livrând aceste date la viteza de lucru a memoriei. Nu numai utilizatorul care primește datele din memoria cache, dar și următorul (și toți cei care mai așteaptă în coada de acces la disc) obțin răspunsuri mai rapide.

În sistemele cu un singur utilizator, cache-ul hardware dedicat reprezintă o soluție discutabilă. Acesta mărește viteza de operare a calculatorului, în special atunci când sistemul de operare apelează la memoria virtuală. Atunci când sistemul de operare trebuie să treacă de la o aplicație la alta și apelează la memoria virtuală, este posibil ca informațiile dorite să se afle în cache-ul hardware. Pe de altă parte, dacă memoria folosită ca buffer este adăugată la memoria principală, sistemul de operare va apela mai rar la memoria virtuală și probabil s-ar comporta mai bine decât dacă ar folosi cache-ul hardware.

# Matrice de discuri

Atunci când aveți nevoie de o capacitate mai mare decât vă poate oferi un singur hard-disc, aveți două opțiuni: să vă temperați cerințele sau să instalați mai multe discuri. Dar schimbarea cerințelor înseamnă schimbarea stilului de viață – pierderea posibilităților de acces imediat la toate fișierele prin ștergerea unor fișiere de pe hard-disc, folosirea tehnicilor de comprimare a datelor sau supravegherea mai atentă a copiilor de siguranță și a versiunilor intermediare ale proiectelor aflate în curs de dezvoltare. Desigur, schimbarea stilului de viață este la fel de ușoară ca și ștergerea petelor unui dalmațian. O aplicație ale cărei cerințe de stocare este probabil să depășească posibilitățile de stocare ale hard-discurilor actuale – de ordinul gigaocteților și în continuă creștere – este un server de rețea. Schimbarea stilului de viață în cazul unui server de fișiere este la fel de puțin probabilă ca și angajarea unui pluton de țânci ca să facă ordine într-un magazin de jucării.

Ca urmare, atunci când octeții se împuținează aveți nevoie de mai multe discuri. În cele mai multe PC-uri utilizate de o singură persoană, fiecare dintre aceste discuri acționează independent și este văzut sub Windows ca o literă de disc separată (sau un grup de litere). Prin software, aceste sisteme de discuri multiple pot fi făcute să se comporte ca un singur disc cu o capacitate egală cu suma capacităților tuturor discurilor constituente. Deoarece Windows 95 și Windows 98 manipulează serial operațiile de intrare/ieșire – pot executa o singură operație de intrare/ieșire la un moment dat – o astfel de soluție este satisfăcătoare, dar nu reprezintă un aranjament optim atunci când se pune problema siguranței datelor și a asigurării accesului instantaneu pentru mai mulți utilizatori. În locul operării independente a fiecărui disc, puteți să obțineți viteză mai mare, rezistență mai bună la erori și fiabilitate sporită prin legarea tuturor discurilor prin hardware pentru formarea unei matrice de discuri – care a ajuns să fie cunoscută sub numele de RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks – matrice redundantă de discuri ieftine).

## Tehnologii

Ideea matricei de discuri este elementară – combinarea unui număr de hard-discuri individuale pentru crearea unui sistem virtual de stocare masivă. Dar o matrice de discuri nu înseamnă doar mai multe hard-discuri conectate la un singur controller. Într-o

matrice, unitățile sunt coordonate și controllerul alocă informațiile pentru fiecare dintre acestea folosind un program numit software de gestionare a matricei (Array Management Software). Programul AMS controlează toate hard-discurile fizice din matrice și le face să fie văzute de PC ca o singură unitate logică. De exemplu, în unele matrice de discuri programul AMS asigură sincronizarea mișcării de rotație a fiecărui disc și împarte blocurile de date între mai multe hard-discuri fizice.

Beneficiul evident al matricelor de discuri este același ca în orice instalare de discuri multiple – capacitatea. Două discuri pot stoca mai multe date decât unul singur, iar patru discuri pot stoca mai multe date decât două. În plus, tehnologia matricelor de discuri poate crește performanțele și fiabilitatea sistemului de stocare masivă.

## Distribuirea datelor

Secretul acestor inovații este modul în care sunt combinate hard-discurile din matrice. Acestea nu sunt aranjate într-o listă serială în care a doua unitate preia sarcinile de stocare după ce capacitatea primei unități este complet epuizată. Datele sunt împărțite între unități la nivel de bit, de octet sau de bloc. De exemplu, într-un sistem cu patru unități, doi biți din fiecare octet pot fi stocați pe primul disc, următorii doi biți pe al doilea disc și așa mai departe. Cele patru discuri pot apoi să furnizeze octetul stocat în fluxul de date de patru ori mai repede – transferul întregului octet se face în timpul necesar unui singur disc pentru a furniza doi biți. Similar, o unitate de stocare (cluster) de patru sectoare poate fi formată dintr-un sector de pe fiecare disc. Această tehnică de împărțire a datelor pe mai multe discuri se numește distribuirea datelor (data striping).

La acest nivel elementar, tehnica de distribuire a datelor are un dezavantaj major: defectarea oricărei unități de disc din sistem duce la căderea întregului sistem. Fiabilitatea întregului sistem nu poate fi mai mare decât a celui mai puțin fiabil disc din matrice. Viteza și capacitatea unui astfel de sistem sunt mai mari, dar o dată cu acestea cresc și riscurile.

## Redundanța și fiabilitatea

Prin sacrificarea unei părți din capacitatea potențială, o matrice de discuri poate fi transformată într-un sistem de stocare mai fiabil, chiar tolerant la defecte. Cheia este redundanța. În locul unei împărțiri simple a biților, octeților și a blocurilor, informațiile divizate între discuri se pot suprapune.

De exemplu, într-un sistem cu patru unități de disc, în loc să fie stocați pe fiecare disc doi biți dintr-un octet, pot fi stocați patru. Pe primul disc pot fi stocați primii patru biți ai octetului. Pe al doilea disc pot fi stocați al treilea, al patrulea, al cincilea și al șaselea bit ai octetului; pe al treilea disc pot fi stocați al cincilea, al șaselea, al șaptelea și al optulea; iar pe al patrulea disc pot fi stocați al șaptelea, al optulea, primul și al doilea bit. Suprapunerea biților permite citirea informațiilor corecte de pe un alt disc dacă pe un disc este detectată o eroare. Dacă unul dintre discuri se defectează, toate datele stocate pot fi reconstituite de pe celelalte discuri.

Sistemele de acest tip sunt numite tolerante la defecte. Aceasta înseamnă că un singur defect – căderea unui singur disc – va fi tolerat, sistemul continuându-și funcționarea fără să piardă nici o funcție vitală. Toleranța la defecte este foarte valoroasă în aplicațiile de rețea, deoarece căderea unui singur hard-disc nu duce la căderea rețelei. Ca urmare, defectarea unui echipament este un necaz, dar nu un dezastru.

Exemplul de mai sus reprezintă cea mai primitivă implementare a unei matrice de discuri, irosind o mare parte din capacitatea de stocare. Metode avansate de codare a

informațiilor permit eficiențe mai mari de stocare, nefiind necesară duplicarea strictă a fiecărui bit. Mai mult, matricele avansate de discuri permit înlocuirea *la cald* a unei unități de disc defecte și refacerea datelor stocate pe aceasta fără întreruperea funcționării normale a matricei de discuri. Un server de rețea echipat cu o astfel de matrice de discuri nu trebuie să fie întrerupt nici măcar pentru repararea sistemului de discuri.

## Implementări

Prin simpla conectare a patru discuri la un controller SCSI nu se creează o matrice de discuri. Pentru o matrice de discuri este nevoie de circuite electronice speciale care permit codarea numerică și controlul discurilor individuale. Circuitele electronice ale acestor sisteme sunt brevetate de fiecare producător. Controllerul matricei se conectează la PC printr-o interfață brevetată sau standard. SCSI tinde să devină opțiunea favorită. În prezent, cele mai multe matrice de discuri sunt asamblate de producătorii de calculatoare pentru sistemele proprii, dar sunt disponibile tot mai multe matrice de discuri care pot fi adăugate la PC-uri.

În 1988, trei cercetători de la Universitatea Berkeley a Statului California – David A. Patterson, Garth Gibson și Randy H. Katz – au prezentat cinci modele de matrice de discuri într-un articol numit „O dezbatere privind matricele redundante de discuri ieftine" („A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks"). Modelele au fost numite niveluri RAID și au primit etichete de la 1 la 5. Numerele au fost asociate arbitrar și nu înseamnă că RAID 1 este mai slab sau mai bun decât RAID 5. Numerele reprezintă o etichetă pentru fiecare tehnologie, astfel încât acestea să poată fi ușor recunoscute de specialiști.

În 1993, aceste niveluri RAID au fost oficializate în prima ediție a cărții *RAIDBook*, publicată de RAID Advisory Board, o asociație a furnizorilor și consumatorilor de produse de stocare masivă de tip RAID. Cartea este o încercare de atingere a unuia dintre principalele obiective ale asociației RAID Advisory Board, standardizarea terminologiei pentru tehnologia RAID. Asociația nu stabilește oficial standarde, dar face propuneri organizațiilor de standardizare recunoscute. De asemenea, asociația testează funcțiile și performanțele produselor RAID și verifică dacă acestea execută corect o serie de funcții de bază.

Asociația RAID Advisory Board recunoaște în acest moment nouă niveluri de implementare RAID. Cinci dintre acestea corespund modelelor originale create la Universitatea Berkeley. În afara celor cinci modele create de grupul Berkeley, alte câteva modele sunt folosite și recunoscute de asociația RAID Advisory Board. Printre acestea se numără RAID 0, RAID 6, RAID 10 și RAID 53.

Sistemul de clasificare nu este ierarhic; aceasta înseamnă că un număr de identificare mai mare nu implică folosirea unei tehnologii mai noi sau mai avansate. Numerele nu sunt altceva decât etichete pentru identificarea rapidă a tehnologiilor folosite. Deoarece percepția obișnuită – și greșită – este că numerele implică o ierarhizare și că numere mai mari înseamnă mai bine, unii producători au dezvoltat niveluri proprii (RAID 7) sau au exploatat alte niveluri decât cele definite de Berkeley (RAID 10 și RAID 53) cu numere mai mari, ce ar indica faptul că sunt mai bune decât sistemele cu numere mai mici. Deși fiecare nivel are avantaje (și dezavantaje) unice, nici o tehnologie RAID nu este mai bună decât alta pentru toate aplicațiile.

Încercând să evite asemenea confuzii, asociația RAID Advisory Board clasifică acum matricele de discuri după ceea ce pot face din punctul de vedere al protejării datelor, nu doar după numere. Situl Web al asociației cuprinde lista și descrierea produselor clasificate.

## RAID 0

Pionierii acestei tehnologii foloseau termenul RAID 0 pentru a se referi la absența matricelor de discuri. Totuși, conform asociației RAID Advisory Board, termenul se referă la o matrice care folosește tehnici de distribuire a datelor pentru a le stoca pe mai multe discuri fizice. Deși nivelul RAID 0 nu oferă o fiabilitate mai mare decât a discului cu cea mai mică fiabilitate din matrice și nu asigură nici o protecție la pierderea datelor, acesta poate îmbunătăți performanțele sistemului de stocare. De exemplu, citirea datelor în paralel de pe două unități de disc poate duce la dublarea productivității.

## RAID 1

Cea mai simplă matrice de discuri, RAID 1, este formată din două unități de disc de capacitate egală care conțin aceleași date. Un disc conține aceleași fișiere ca și celălalt disc, servind ca o copie de siguranță. Dacă unul dintre discuri se defectează, celălalt poate furniza în continuare datele.

Fiabilitatea este principalul avantaj al tehnologiei RAID 1. Întregul sistem are aceeași capacitate cu oricare dintre discurile constituente. Cu alte cuvinte, sistemul RAID 1 pune la dispoziție numai jumătate din capacitatea potențială, această tehnologie fiind cea mai scumpă implementare a unei matrice de discuri. Performanțele depind de complexitatea controllerului matricei de discuri. Sistemele simple oferă aceeași performanță cu a unui disc din matrice. Un controller mai sofisticat poate să dubleze rata de transfer a datelor, prin citirea simultană a datelor de pe sectoare alternative ale celor două discuri. După defectarea unui disc al matricei, performanțele scad, devenind din nou egale cu ale unui singur disc, dar nu se pierd informații (sau timp de funcționare a rețelei).

## RAID 2

Următorul nivel de complexitate al tehnologiei este RAID 2, care intercalează biți și blocuri de date, așa cum am explicat mai devreme la descrierea matricelor de discuri. Discurile individuale din matrice operează în paralel, de obicei rotindu-se sincronizat.

Pentru îmbunătățirea fiabilității, sistemele RAID 2 folosesc discuri redundante, care permit corectarea erorilor pe un singur bit și detectarea erorilor pe doi biți. Numărul de discuri suplimentare necesare depinde de algoritmul de corectare folosit. De exemplu, o matrice de opt discuri de date poate folosi trei discuri pentru corectarea erorilor. Matricele complexe formate din 32 de discuri de date pot folosi șapte discuri pentru corectarea erorilor. Datele, împreună cu codul folosit pentru corectarea erorilor, sunt livrate direct controllerului matricei. Controllerul poate să recunoască și să corecteze instantaneu erorile apărute, fără să micșoreze viteza cu care datele sunt citite și transferate calculatorului gazdă.

Modelul RAID presupune că erorile de disc apar frecvent, chiar regulat. La un moment dat, dispozitivele de stocare masivă erau predispuse la erori, dar acest lucru nu mai este valabil în prezent. Ca urmare, sistemele RAID 2 pot reprezenta o precauție inutilă, cu excepția situațiilor în care siguranța datelor este critică.

Principalul beneficiu al tehnologiei RAID 2 este performanța – datorită naturii lor paralele, RAID 2 și RAID 3 sunt tehnologiile de matrice cu cele mai bune performanțe, cel puțin în sistemele care au nevoie de un singur flux de date de mare viteză. Cu alte cuvinte, aceste tehnologii asigură rate mari de transfer pentru date. În funcție de numărul discurilor din matrice, un octet sau un cuvânt dublu pe 32 de biți pot fi citiți în timpul care îi trebuie unui singur disc ca să citească un singur bit. Erorile de disc pe un

singur bit nu reduc această performanță, deoarece sistemele RAID 2 le corectează fără întârzieri suplimentare.

Principala deficiență a tehnologiei RAID 2 derivă din faptul că unitatea de stocare elementară este formată din mai multe sectoare. La fel ca pentru orice hard-disc, cea mai mică unitate pe care o poate stoca un disc din matrice este un sector. Dimensiunile fișierelor trebuie să crească cu multipli de sectoare – câte un sector pentru fiecare disc din matrice. De exemplu, într-o matrice formată din zece discuri, un fișier de numai doi octeți va ocupa 10 sectoare (5.120 de octeți). (În sistemul Windows VFAT, care folosește clustere de patru sectoare, fișierul de doi octeți ocupă în total 20.480 de octeți!) În aplicațiile reale acest dezavantaj nu este chiar atât de mare, deoarece sistemele care au nevoie de viteze mari pentru un singur flux de date și de posibilitățile de corecție a datelor oferite de RAID 2 (cum ar fi calculatoarele mainframe) folosesc în general fișiere de dimensiuni mari.

## RAID 3

Acest nivel este puțin mai simplu decât nivelul RAID 2. Deși nivelul RAID 3 folosește mai multe discuri care operează în paralel pentru stocarea intercalată a biților sau blocurilor de date, în locul corectării erorilor permite numai verificarea parității. Cu alte cuvinte, erorile pot fi detectate, dar nu este garantată corectarea acestora.

Pentru verificarea parității este nevoie de mai puține discuri suplimentare – de obicei unul singur pentru fiecare matrice – ceea ce înseamnă că aceasta este o soluție mai ieftină. În cazul detectării unei erori de paritate, controllerul RAID 3 citește din nou toată matricea de discuri pentru obținerea datelor corecte. Reluarea operației de citire impune o reducere substanțială a performanței – discul trebuie să facă o rotație completă, ceea ce înseamnă o întârziere de 17 milisecunde la citirea datelor. Desigur, această întârziere apare numai atunci când sunt detectate erori de disc. Hard-discurile moderne au o fiabilitate atât de bună încât astfel de erori sunt foarte rare. De fapt, nivelul RAID 3 reprezintă alternativa mai ieftină pentru nivelul RAID 2, folosind mai puține discuri cu o pierdere de performanță care apare doar foarte rar.

## RAID 4

Acest nivel intercalează nu biți sau blocuri, ci sectoare întregi. Sectoarele sunt citite serial, ca și cum unitățile de disc din matrice ar forma o singură unitate de disc mai mare cu mai multe capete și discuri interne. (Desigur, pentru obținerea unor performanțe mai mari, un controller echipat cu buffere corespunzătoare poate citi două sau mai multe sectoare în același timp, stocând sectoarele citite în memorii RAM rapide și furnizându-le calculatorului gazdă imediat după sectorul precedent.) Pentru creșterea fiabilității, unul dintre discuri este folosit pentru verificarea parității. RAID 4 este o opțiune favorită, deoarece permite crearea unor matrice de numai două discuri, deși matricele mai mari folosesc mai eficient spațiul de stocare disponibil.

Discul de paritate dedicat este cea mai mare slăbiciune a schemei RAID 4. La scriere, sistemele RAID 4 actualizează discul de paritate citind discurile de date, actualizând informațiile de paritate și apoi scriind informațiile actualizate pe discul de paritate. Acest ciclu citire-actualizare-scriere impune o pierdere de performanță la fiecare scriere, deși operațiile de scriere nu sunt încetinite cu nimic.

RAID 4 oferă un avantaj suplimentar sistemelor de operare care pot să prelucreze simultan mai multe cereri de date. Un controller RAID 4 inteligent poate să prelucreze mai multe cereri de intrare/ieșire, să le reorganizeze și să citească discurile în cea mai

eficientă manieră, poate chiar în paralel. De exemplu, cât timp un sector dintr-un fișier este citit de pe un disc, de pe un alt disc poate fi citit un sector dintr-un alt fișier. Operarea paralelă poate să îmbunătățească productivitatea reală a sistemelor de operare de acest tip.

## RAID 5

Acest nivel elimină discul dedicat de paritate folosit de sistemele RAID 4, permițând ca rolul discului de paritate să fie îndeplinit prin rotație de diferite unități din matrice. În acest fel, funcția de verificare a erorilor este distribuită în matricea de discuri. În cazul unei implementări corespunzătoare, poate fi asigurată o redundanță destul de mare pentru obținerea unui sistem tolerant la erori.

RAID 5 este este probabil cea mai populară tehnologie de matrice, deoarece funcționează cu aproape orice număr de discuri, permițând implementarea redundanței și a toleranței la erori chiar și în matricele de trei discuri.

## RAID 6

Pentru îmbunătățirea toleranței la erori a sistemelor RAID 5, aceiași cercetători de la Berkeley care au dezvoltat cele cinci niveluri RAID originale au propus încă un nivel, cunoscut acum sub numele RAID 6. Acest nivel adaugă încă un disc de paritate la matricele RAID 5. Principalul avantaj este faptul că se pot defecta două discuri din matrice fără să se piardă date. În acest fel, matricea de discuri poate funcționa în continuare, păstrându-și proprietatea de toleranță la erori în timp ce un disc individual este scos din matrice în vederea reparării. De fapt, o matrice RAID 6 cu un singur disc fizic defect devine o matrice RAID 5. Dezavantajul modelului RAID 6 este necesitatea scrierii a două blocuri de paritate în timpul fiecărei operații de scriere. Ca urmare, performanțele la scriere sunt foarte mici, deși operațiile de citire pot ajunge la același nivel de performanță ca și în cazul matricelor RAID 5.

## RAID 10

Unele matrice de discuri folosesc tehnologii RAID multiple. RAID 10 reprezintă o suprapunere a nivelurilor RAID 0 și RAID 1, combinând avantajele fiecăruia. (Uneori, modelul RAID 10 este numit RAID 0&1, pentru specificarea mai precisă a originilor.) Pentru îmbunătățirea performanțelor de intrare/ieșire, nivelul RAID 10 folosește tehnica de distribuire a datelor, împărțind blocurile de date între mai multe unități. Mai mult, programul de gestionare a matricei (Array Management Software) poate accelera și mai mult operațiile de citire, prin executarea simultană a mai multor operații pe cele două matrice oglindite (atâta timp cât ambele jumătăți sunt funcționale, desigur). Pentru îmbunătățirea fiabilității, nivelul RAID 10 folosește tehnica de oglindire, astfel încât matricele de discuri sunt duplicate. Această tehnologie oferă avantajele ambelor niveluri RAID. Principalul dezavantaj este costul. Ca și în cazul oglindirii simple, RAID 10 dublează cantitatea de spațiu fizic de stocare pentru o cantitate dată de informații.

## RAID 53

Acest nivel reprezintă o suprapunere a nivelurilor RAID 0 și RAID 3 – datele sunt divizate între două matrice RAID 3. Capacitatea unei matrice RAID 53 este egală cu capacitatea totală a matricelor de nivel RAID 3. Performanțele de intrare/ieșire sunt îmbunătățite prin distribuirea datelor pe mai multe matrice. Productivitatea este îmbunătățită de matricele RAID 3 individuale. Fiabilitatea este mai scăzută, deoarece nivelul RAID 0 superior folosește distribuirea simplă a datelor, fără redundanță. Totuși,

matricele RAID 3 sunt inerent tolerante la erori, așa că fiabilitatea totală a matricelor RAID 53 este mai bună decât a oricăruia dintre hard-discurile individuale. Ca și în cazul matricelor RAID 3, defectarea unui disc individual nu afectează integritatea datelor.

Alegerea implementării optime depinde de obiectivul pe care vreți să îl atingeți: folosirea eficientă a capacității discurilor, folosirea unui număr mai mic de discuri, fiabilitate mai bună sau performanțe mai bune. De exemplu, nivelul RAID 1 oferă cea mai mare redundanță (deci fiabilitate mai bună) iar nivelul RAID 2 oferă cea mai bună performanță (fiind urmat la distanță mică de nivelul RAID 3).

## Matrice cu acces paralel

În matricele cu acces paralel (Parallel Access Arrays), toate unitățile de disc fizice din matrice participă la fiecare operație de intrare sau de ieșire. Cu alte cuvinte, toate discurile operează la unison. Sistemele RAID 2 și RAID 3 corespund acestei definiții. Discurile din matricele cu acces independent pot opera independent. În matricele avansate, mai multe discuri individuale pot efectua simultan diferite operații de intrare/ieșire. Sistemele RAID 4 și RAID 5 corespund acestei definiții. Deși unitățile de disc RAID 1 pot opera atât în matrice cu acces paralel, cât și în matrice cu acces independent, cele mai multe sisteme practice permit operarea independentă a discurilor dintr-o matrice RAID 1.

Asociația RAID Advisory Board poate fi găsită la următoarea adresă:

RAID Advisory Board, afiliată la Technology Forums LTD

13 Marie Lane

St. Peter, MN 56082-9423

Tel: (507) 931-0967

Fax: (507) 931-0976

`www.raid-advisory.com`

# Capitolul 9
# Interfețele de stocare

*O interfață leagă două dispozitive diferite. Cea mai importantă dintre aceste interfețe leagă PC-ul de dispozitivele de stocare masivă. Proiectarea interfeței determină nu numai modul în care PC-ul controlează dispozitivele, ci și limitele de performanță ale sistemului. Cele mai răspândite interfețe de stocare masivă sunt AT Attachment (ATA) și SCSI, fiecare având propriile avantaje și complicații.*

Există o mare varietate de interfețe care pot fi folosite de un PC modern sau de un dispozitiv periferic. Cele mai importante dintre aceste interfețe moderne sunt:

| *Standard* | *Rată maximă de transfer* | *Pe scurt* |
|---|---|---|
| ATA | 8 MB/sec | Interfața originală, învechită, pentru PC-uri, folosită numai pentru discuri. |
| IDE | 8 MB/sec | Un alt nume pentru interfața ATA. |
| EIDE | 16 MB/sec | Adaugă capacitate, viteză și flexibilitate interfeței ATA, permițând conectarea unităților CD și de bandă. |
| UDMA | 33 MB/sec | Standardul minim actual, dublând viteza interfeței EIDE. |
| UDMA/66 | 66 MB/sec | Următorul pas pentru unitățile de disc ale PC-urilor, dublând viteza interfeței UDMA. |
| SCSI | 5 MB/sec | Standardul original pentru conectarea discurilor și a altor periferice la PC-uri. |
| SCSI-2 | 5 MB/sec | O rafinare a standardului original, servind ca bază pentru toate sistemele SCSI moderne. |
| Wide SCSI | 10 MB/sec | Dublează lățimea de 8 biți a magistralei SCSI originale (la 16 biți, desigur) pentru obținerea unei rate maxime de transfer duble. |
| Fast SCSI | 10 MB/sec | Dublează viteza de ceas de 5 MHz a magistralei SCSI originale pentru obținerea unei rate maxime de transfer duble. |
| Ultra SCSI | 20 MB/sec | Ridică viteza magistralei SCSI la 20 MHz. |
| Ultra Wide SCSI | 40 MB/sec | Dublează lățimea magistralei Ultra SCSI pentru a dubla încă o dată rata maximă de transfer. |
| Ultra 2 SCSI | 40 MB/sec | Ridică frecvența ceasului de magistrală SCSI la 40 MHz, dar necesită o schemă mai complicată de semnale diferențiale. |
| Ultra2 Wide SCSI | 80 MB/sec | Dublează lățimea magistralei Ultra 2 SCSI pentru a dubla încă o dată rata maximă de transfer. |
| Ultra 160m SCSI | 160 MB/sec | Următorul nivel, care dublează încă o dată lățimea magistralei și frecvența ceasului pentru creșterea ratei maxime de transfer. |

Termenul „interfață“ s-ar putea doar să lungească lista cuvintelor care îi fac să plângă pe cei ce promovează un limbaj mai simplu. Pentru cei care nu îl cunosc, termenul pare erudit, tehnic, super-educat, tocmai bun pentru a oferi vorbitorului o incomprehensibilitate intelectuală. Chiar limitat la sensul folosit în industria calculatoarelor, situația nu este cu mult mai bună. Acesta rămâne neînțeles și, atunci când este aruncat în discuție, are rolul de a-i separa pe cei care știu că nu știu de cei care nu știu că nu știu.

Interfețele par atât de „alunecoase“ deoarece sunt greu de definit. În sens strict, o interfață este un punct de legătură. În calculatoare, o interfață este punctul de legătură între două dispozitive separate. Confuzia începe de la această legătură, deoarece pentru transferarea datelor sunt necesare mai multe niveluri de conexiune. În primul rând este necesară legătura mecanică între conectoare. Apoi trebuie să fie asigurată corespondența semnalelor electrice. De asemenea, trebuie să corespundă modul de definire a biților de date, precum și structura logică a datelor.

În mod normal, nu trebuie să vă faceți probleme cu privire la interfețe. Atunci când cumpărați un PC, toate dispozitivele sunt conectate și totul funcționează fără nici o intervenție din partea dumneavoastră. Interfețele de stocare disponibile în calculator devin importante atunci când vreți să îmbunătățiți posibilitățile de stocare sau să înlocuiți o unitate defectă. Trebuie să asigurați corespondența interfețelor existente sau să fiți pregătit pentru complicațiile implicate de instalarea unei noi interfețe. Ca să evitați surprizele viitoare, ar trebui să luați în considerare interfețele instalate în orice nou calculator.

Dacă performanțele sunt importante, trebuie să acordați o atenție sporită și interfețelor de stocare masivă din PC. Interfața folosită de un dispozitiv de stocare masivă are o influență majoră asupra performanțelor dispozitivului. O interfață lentă poate încetini chiar și cel mai bun dispozitiv de stocare.

Atunci când vreți să îmbunătățiți performanțele PC-ului, trebuie să luați în considerare și îmbunătățirea interfeței folosite de unitățile de disc. Standardele pentru hard-discurile de acum doi ani asigură transferul datelor la doar un sfert din viteza unităților actuale. Ca să beneficiați de avantajele creșterilor de viteză, trebuie să îmbunătățiți nu numai unitățile de hard-disc, ci și circuitele de interfață (și componentele software aferente) din PC.

Există o mare varietate de interfețe pentru stocarea masivă. Cea mai veche și mai lentă, încă folosită, este cea destinată unităților de dischetă. Și unele sisteme de salvare pe bandă folosesc acest sistem de conectare, deoarece este ieftin; toate calculatoarele personale desktop (cel puțin până acum) și cele mai multe sisteme portabile au unități de dischetă integrate, precum și interfețele corespunzătoare.

De departe, cele mai populare interfețe de mare performanță pentru stocarea masivă sunt AT Attachment și SCSI. Ambele sunt studiate în detaliu în acest capitol.

# Elemente de bază

O interfață de stocare masivă există pentru un singur motiv – ca să vă permită să conectați o unitate la PC. Diferențele dintre interfețe sunt generate de modul în care este atins acest obiectiv. Unele interfețe sunt mai rapide decât altele. Altele vă permit să conectați mai multe dispozitive. Specialitatea altora este menținerea unui cost scăzut. Din nefericire, nici o interfață nu combină *toate* calitățile.

Mai mult decât atât, interfețele sunt într-o evoluție continuă. Pe măsură ce tehnologia permite dispozitivelor de stocare să opereze mai repede și să stocheze mai multe

informații, proiectanții interfețelor se străduiesc să mențină pasul. Capacitățile curente ale discurilor, de exemplu, sunt de aproximativ 50 de ori mai mari decât limita la care se așteptau inginerii care au proiectat inițial interfața AT Attachment. De asemenea, discurile pot să citească datele de aproape 10 ori mai repede. Numai în ultimii doi ani, viteza maximă a ambelor interfețe de stocare masivă importante s-a dublat.

Proiectanții trebuie să exploreze continuu toate posibilitățile de îmbunătățire a modelelor de interfețe, astfel încât să optimizeze fiecare dintre cele trei elemente importante: performanțele, conectivitatea și costul. Pe măsură ce ajung din ce în ce mai sus în încercarea de a atinge aceste scopuri, proiectanții îmbunătățesc și rafinează standardele de interfețe și produsele bazate pe acestea.

## Performanțe

O interfață de stocare masivă nu crește viteza sistemului. Dimpotrivă, îl poate încetini. Toate informațiile din sistemul de stocare trebuie să treacă prin interfață pentru a ajunge la microprocesor sau la memorie. Viteza cu care informațiile pot traversa interfața stabilește limita superioară de performanță a sistemului de stocare.

Inginerii folosesc două modalități de exprimare a acestei viteze. Termenul *rată de transfer maximă (peak transfer rate)* reprezintă limita teoretică de viteză a interfeței, calculată prin înmulțirea frecvenței de ceas cu lățimea magistralei de date a interfeței. Termenul *productivitate (throughput)* exprimă printr-o valoare mai realistă numărul de octeți care pot fi transferați într-o perioadă de timp în condițiile de instalare date. Productivitatea este deseori substanțial mai mică decât rata de transfer maximă, din cauza cerințelor inerente ale interfeței (cum ar fi informațiile suplimentare necesare pentru adresare și pentru mesajele prin care se face confirmarea transferării pachetelor de date), precum și a limitelor fizice ale interfeței și ale dispozitivelor de stocare propriu-zise. Ratele de transfer maxime sunt folosite de obicei pentru standardele de interfețe, deoarece acestea se referă la aspecte pur teoretice ale interfeței.

Și rata de transfer, și productivitatea sunt de obicei măsurate în unități de octeți, kilooctеți sau megaocteți transferați prin interfață într-o secundă. De cele mai multe ori, viteza interfețelor moderne este măsurată în megaocteți pe secundă, cu abrevierea MB/sec. Uneori, specificațiile interfețelor mai vechi, cum ar fi ST506 și ESDI, precizează rata de transfer maximă sub forma frevenței de ceas, în megaherți (MHz). Deoarece interfețele mai vechi sunt proiectate pentru operarea serială, având un canal de date cu lățimea de un bit, valoarea măsurată în megaherți este convertită direct în mega*biți* pe secundă. Pentru a obține echivalentul în MB/sec (megaocteți pe secundă), unitatea de măsură folosită pentru cele mai multe interfețe moderne, trebuie să împărțiți valoarea în MHz sau Mbiți/sec la opt.

Interfețele moderne de stocare masivă folosesc conexiuni paralele care pot să transfere simultan 8, 16 sau 32 de biți la fiecare ciclu. Ca urmare, rata maximă de transfer a acestor interfețe poate fi un multiplu al frecvenței de ceas. Frecvența de ceas a magistralei folosite de interfață, exprimată în MHz, controlează, dar nu definește complet performanțele acestor interfețe paralele. De fapt, frecvența ceasului prezintă interes numai pentru proiectanți, nu și pentru dumneavoastră, ca utilizator sau cumpărător al unui dispozitiv care folosește interfața.

Mai mult, rata de transfer maximă nu descrie prin ea însăși productivitatea unei interfețe, nici măcar pentru perioade scurte de timp. Cele mai cunoscute interfețe pentru unitățile de disc ale PC-urilor, AT Attachment și SCSI, implică, de obicei, timpi suplimentari surprinzător de diferiți. Timpul suplimentar de comandă al unui adaptor

SCSI tipic variază de la una la două milisecunde. Pentru un adaptor gazdă AT Attachment acest timp este deseori de zece ori mai mic, variind de la 100 la 300 de microsecunde. Informațiile transmise suplimentar prin interfață reduc productivitatea pe care vă așteptați să o aibă o unitate.

De asemenea, rețineți că interfața este numai unul dintre factorii care determină performanțele unui sistem de stocare masivă (și, de cele mai multe ori, un factor de limitare). La un moment dat, sistemele de stocare masivă puteau să depășească posibilitățile unui calculator de prelucrare a informațiilor transferate. Toate microprocesoarele moderne pentru PC-uri depășesc cu ușurință cele mai rapide interfețe de disc actuale, deși unele aspecte ale unor sisteme rămân în urma performanțelor interfeței. De exemplu, vechea magistrală ISA nu face față sistemelor de hard-discuri UltraSCSI sau UDMA. Pe de altă parte, mecanismele discurilor rămân în urma ratelor de transfer ale interfeței, deși cache-urile unităților de disc moderne pot atinge limitele interfețelor, atunci când cererile de date permit.

Acestea fiind spuse, o interfață mai rapidă conduce *de obicei* la performanțe mai bune ale unui sistem de stocare masivă. Mai mult, dispozitivele mai rapide folosesc, în mod obișnuit, interfețe mai rapide.

Deși valoarea ratei maxime de transfer nu înseamnă aproape nimic, este un criteriu relativ pentru compararea diferitelor interfețe. Cu alte cuvinte, cea mai simplă cale de a compara vitezele a două sisteme de stocare este să vă uitați la ratele maxime de transfer.

Deseori, dispozitivele de stocare masivă precizează interfața pe care o folosesc în locul unei valori numerice. Tabelul 9.1 compară ratele maxime de transfer ale celor mai des folosite interfețe pentru dispozitivele de stocare masivă din PC-uri – atât cele obișnuite și actuale, cât și cele mai puțin obișnuite sau învechite.

**Tabelul 9.1** Comparație între ratele de transfer ale interfețelor de stocare masivă

| *Interfață* | *Rată maximă de transfer (în megaocteți pe secundă)* |
|---|---|
| Dischetă | 0,125 |
| ST506 | 0,625 |
| ESDI | 3,125 |
| AT Attachment (IDE) | 4 |
| SCSI | 5 |
| Fast SCSI-2 | 10 |
| ATA-2 (EIDE) | 16 |
| UltraDMA (ATA-4) | 33 |
| Ultra SCSI Wide | 40 |
| UltraDMA/66 | 66 |
| Ultra2 SCSI Wide | 80 |
| Ultra 160m SCSI | 160 |
| P1394 | 800 (propunere pentru 3200) |
| FC-AL | 100 |

Interfața unui dispozitiv de stocare dat este o caracteristică fixată de proiectant și de producător. În general, acestea sunt alese astfel încât să folosească în mod optim performanțele mecanismelor unității, în limitele standardului de interfață. Pentru a evita restricțiile de performanță este de dorit să optați pentru dispozitivele care folosesc cele mai rapide interfețe.

## Conectabilitatea

Interfața, prin model și cablare, determină și modul de conectare a dispozitivelor de stocare la calculator. Conectabilitatea determină cât de ușor sau de greu este să mai adăugați un dispozitiv de stocare la PC. De asemenea, determină numărul dispozitivelor de stocare ce pot fi conectate la o anumită interfață.

Conectabilitatea are mai multe aspecte, dar toate sunt definite de specificațiile interfeței. Printre acestea sunt incluse numărul de dispozitive care pot fi conectate la un singur adaptor gazdă, modalitatea prin care sunt conectate dispozitivele și mecanismul prin care calculatorul recunoaște dispozitivele după conectare.

Cel mai simplu dintre aceste aspecte este numărul maxim de dispozitive care pot fi conectate. Fiecare standard de interfață stabilește propriile limite, așa cum se poate vedea în Tabelul 9.2.

**Tabelul 9.2** Numărul maxim de dispozitive care pot fi conectate la un port de interfață

| *Interfață* | *Număr de dispozitive* |
|---|---|
| Dischetă | 2 |
| ST506 | 2 |
| ESDI | 2 |
| AT Attachment (IDE) | 2 |
| SCSI | 7 |
| Fast SCSI-2 | 7 |
| ATA-2 (EIDE) | 4 |
| UltraDMA (ATA-4) | 4 |
| Ultra SCSI Wide | 15 |
| UltraDMA/66 | 4 |
| Ultra2 SCSI Wide | 15 |
| Ultra 160m SCSI | 15 |
| P1394 | 127 |
| FC-AL | 126 |

Totuși, aceste limite nu sunt întotdeauna foarte restrictive. În cazul unităților SCSI, de exemplu, puteți să depășiți restricțiile instalând în același calculator mai multe adaptoare gazdă pentru aceeași interfață. Pe de altă parte, interfața AT Attachment specifică atât numărul maxim de unități care pot fi conectate pe același cablu, cât și numărul total al unităților din sistem. Mai mult, în anumite situații puteți să instalați în cascadă mai multe interfețe. Unele matrice de discuri, de exemplu, se conectează la calculatorul gazdă ca și cum ar fi un singur dispozitiv, deși în realitate sunt formate din mai multe unități de disc.

## Costurile

Deși producătorii de unități oferă deseori același mecanism de bază cu diferite interfețe, unitățile echipate cu anumite interfețe tind să fie mai scumpe. În particular, dacă un producător vinde același mecanism de hard-disc cu interfață SCSI și cu interfață AT, unitățile SCSI sunt deseori mai scumpe. Diferența de preț poate fi de la 10 la 25 de procente.

Diferența de preț nu este rezultatul complexității relative a interfețelor, ci al volumului producției. Aproximativ 85 de procente din toate hard-discurile produse astăzi sunt echipate cu interfețe AT Attachment. Datorită producției la scară mare – la care se adaugă competiția intensă – unitățile AT Attachment sunt substanțial mai ieftine.

Diferența de preț face ca de cele mai multe ori unitățile cu interfață ATA să fie o opțiune mai bună pentru cele mai multe PC-uri desktop care nu au nevoie de posibilitățile suplimentare de extindere oferite de sistemul SCSI.

## Interfața ATA comparată cu interfața SCSI

Piața interfețelor s-a împărțit de la sine, astfel încât cele mai multe PC-uri individuale folosesc unități AT Attachment – descrise deseori prin diferite variații ale standardului: IDE, EIDE, ATA-3, ATA-4, UDMA sau altceva de acest gen – iar serverele și stațiile de lucru sunt bazate în principal pe produsele SCSI.

Costul este principalul factor. Unitățile AT Attachment sunt mai ieftine. Mai mult, circuitele necesare pentru adăugarea acestei interfețe la PC nu costă aproape nimic. Aproape toate seturile moderne de cipuri integrează circuitele AT Attachment.

Costul este un factor mai puțin important pentru servere și stații de lucru. Aceste sisteme costă oricum mai mult, iar prețurile mai mari maschează diferența de cost dintre interfețe. Unitățile SCSI au fost preferate întotdeauna pentru aceste sisteme de calcul, deoarece se consideră că oferă performanțe mai bune. În mod tradițional, se menține părerea că unitățile de hard-disc SCSI au un avantaj de performanță față de produsele ATA. Totuși, diferența este valabilă numai pentru produsele cu performanțe maxime. Cele mai rapide unități ATA (respectiv cele care folosesc varianta ATA/66) sunt mai rapide decât toate unitățile SCSI, cu excepția celor care folosesc varianta Ultra2 Wide SCSI. Probabil interfața SCSI va menține diferența de performanță; propunerea pentru cea mai rapidă implementare a standardului ridică rata maximă de transfer la 160 MB/sec.

Interfața SCSI și-a câștigat locul în servere și stații de lucruri datorită dispozitivelor care se conectează prin această interfață, cu excepția hard-discurilor. Cele mai bune sisteme de bandă magnetică, de exemplu, folosesc interfața SCSI. Mai mult, standardul SCSI vă permite să conectați mai multe dispozitive la același PC.

Deși în trecut unitățile ATA erau considerate mai ușor de configurat decât produsele SCSI, în practică diferența este neglijabilă. Pentru ambele tipuri de hard-discuri este necesară configurarea sau verificarea unor jumpere înainte de instalare. În plus, cele mai multe controllere, PC-uri și sisteme de operare moderne automatizează în mare parte procesul de instalare.

## Determinarea interfeței folosite de o unitate

Una dintre problemele obișnuite cu care vă puteți întâlni atunci când aveți de-a face cu unități de disc sau de bandă magnetică este determinarea interfeței folosite de un anumit produs pentru care nu aveți un manual sau documentație. Puteți să identificați interfața

sau cel puțin să limitați posibilitățile verificând conectorul unității respective. În unele cazuri, această verificare rapidă este suficientă ca să puneți unitatea în funcțiune.

Cu excepția dispozitivelor PC Card, cele mai cunoscute dintre unitățile moderne folosesc conectoare cu pini pentru cuplarea la sistem. Puteți găsi conectorul în partea din spate a unității. În cazul acestor conectoare, numărul de pini identifică fără ambiguități interfața folosită. Unitățile AT Attachment folosesc conectoare cu 40 sau, mai rar, 44 de pini. O unitate SCSI cu magistrală îngustă folosește conectoare cu 50 de pini, aranjate pe două rânduri paralele într-un conector D miniaturizat.

Unitățile Wide-SCSI folosesc un conector D similar, dar cu 68 de pini. Unitățile SCSI proiectate pentru schimbarea la cald folosesc conectoare miniaturizate de tip panglică, cu 80 de contacte.

Rețineți că nu este suficient să știți că un dispozitiv este o unitate SCSI ca să îl faceți să funcționeze. Trebuie să știți și dacă unitatea folosește semnale diferențiale sau nesimetrice. Așa cum veți vedea ceva mai târziu, în secțiunea „Interfața SCSI paralelă“, standardul SCSI permite folosirea aceluiași conector atât pentru unitățile cu semnale diferențiale, cât și pentru cele cu semnale nesimetrice. Conectarea unei unități la un controller care folosește alte semnale poate să deterioreze atât controllerul cât și unitatea. Veți găsi mai multe detalii despre aceste conectoare în secțiunile corespunzătoare fiecărei interfețe.

Discurile de mare performanță pot să folosească una dintre interfețele din a treia generație, SSA sau FC-AL. Și în cazul acestora conectorul vă oferă suficiente informații. Unitățile SSA folosesc un singur conector turnat cu patru contacte de formă ciudată, ieșite în afară. Unitățile cu interfață FC-AL au conectoare D cu 40 de pini. Spre deosebire de conectoarele D obișnuite, care au pini rotunzi și așezați în zig-zag, pinii conectoarelor FC-AL sunt pătrați și organizați pe două rânduri.

Unitățile mai vechi cu interfețe ST506 sau ESDI folosesc conectoare de margine în locul conectoarelor cu pini. Deoarece aceste două interfețe folosesc exact același tip de conectoare, nu puteți să le distingeți printr-o simplă examinare (deși vă puteți da seama de la prima vedere că este vorba despre o unitate veche cu care nu merită să vă bateți capul). Orice unitate cu conectoare de margine este prea veche (și de capacitate prea mică) pentru a mai fi folosită într-un PC modern.

# Interfața AT Attachment

Interfața dominantă pentru hard-discurile PC-urilor a devenit modelul AT Attachment – un rezultat normal, dacă ținem seama de faptul că interfața se bazează pe magistrala de extensie ISA, care este încă cea mai răspândită magistrală pentru calculatoare. În ciuda folosirii pe scară largă, este posibil să nu fi auzit încă niciodată numele AT Attachment. Această interfață are mai multe nume decât un individ aflat pe lista celor mai căutați infractori. Unul dintre cele mai cunoscute nume este IDE, prescurtarea de la *Integrated Drive Electronics*, un termen care descrie mai curând o tehnologie decât o interfață specifică. Cu toate acestea, numele IDE este folosit fără discriminare de cei din industria calculatoarelor personale pentru modelele AT Attachment. Uneori interfața ATA este numită *interfață AT*, nume care nu este foarte corect în sens strict.

În PC-urile moderne, diferiți descendenți ai interfeței AT Attachment sunt mai cunoscuți decât modelul original. Deși interfața AT Attachment a apărut ca un singur standard, necesitatea obținerii unor viteze mai mari a dus la revizuirea de mai multe ori a

standardului, rezultând mai multe variații ale temei originale. Interfețele actuale ATA-2, ATAPI, EIDE, Fast ATA, Fast ATA-2, ATA-3, ATA-4, ATA-5, ATA/66, UDMA și UDMA/66 au fost create prin dezvoltarea modelului AT Attachment original.

## Elemente de bază

Deși inginerii au creat interfața ATA, în forma originală, pentru unitățile cu prețuri și capacități mici, aceasta s-a dezvoltat o dată cu cerințele calculatoarelor personale moderne, ținând pasul cu necesitatea unor capacități mai mari și a unor viteze mai mari de acces la informații. Hard-discurile standard din cele mai multe PC-uri folosesc interfața AT Attachment. De asemenea, cele mai multe unități de CD-ROM folosesc una dintre versiunile mai recente ale interfeței ATA.

Popularitatea interfeței AT Attachment are la origine un motiv foarte puternic. Oferă câte ceva tuturor. Interfața ATA oferă avantaje distincte producătorilor de discuri, producătorilor de calculatoare și cumpărătorilor.

Semnul distinctiv al interfeței AT Attachment este simplitatea. Dumneavoastră, ca utilizator și cumpărător al calculatorului, beneficiați de comoditatea folosirii unităților cu interfață ATA. Conectarea unităților ATA este foarte simplă – nu aveți nevoie decât de două cabluri: un cablu pentru semnal și un cablu pentru alimentare. Nici o altă interfață nu ridică mai puține probleme de conectare. Spre deosebire de alte interfețe (atât modelele mai vechi, înlocuite de ATA, cât și concurentul modern, SCSI), în cazul interfeței ATA nu trebuie să vă faceți griji privind terminarea corespunzătoare a cablurilor sau privind locul potrivit de conectare a fiecărei unități în lanțul de conectare. Mai mult, atunci când alegeți o unitate pentru un PC nu trebuie să vă puneți întrebări exotice legate de codarea RLL sau de tehnica de modulare. Toate detaliile ezoterice privind funcționarea internă a unității sunt invizibile pentru dumneavoastră. Simplitatea de proiectare înseamnă că instalarea unei unități ATA nu trebuie să fie mai complicată decât conectarea unui cablu.

În variantele moderne ale modelului AT Attachment, nu este nevoie să renunțați la unele performanțe ale sistemului de stocare masivă în favoarea simplității. Conexiunea ATA vă oferă unele dintre cele mai mari rate de transfer pentru schemele de interfață ale hard-discurilor destinate calculatoarelor personale. De asemenea, nu pierdeți nimic din capacitatea de stocare. Deși primele modele AT Attachment limitau dimensiunea hard-discurilor conectate, interfețele revizuite ale PC-urilor moderne au eliminat această problemă. Modelele ATA curente permit conectarea unor hard-discuri cu capacități până la 8 GB.

Interfața ATA oferă avantaje la fel de mari și celor care vând calculatoare. Producătorii de calculatoare beneficiază de tehnologia folosită de interfața ATA, deoarece nu sunt nevoiți să includă controllere de hard-disc separate în produsele pe care le fabrică. Aceasta are ca rezultat o scădere a prețului – producătorul nu mai trebuie să plătească pentru un controller de care nu este nevoie și, ca urmare, poate scădea prețul final. În plus, unitățile cu interfață ATA contribuie la scăderea costului de asamblare, deoarece nu mai trebuie instalate în PC-urile noi încă un cablu și o placă de extensie. Desigur, necesitatea includerii unui conector pentru interfața ATA pe placa de bază crește prețul sistemului. Mai mult, deși interfața este numită în continuare AT Attachment, legătura cu magistrala originală ține în mare măsură doar de domeniul istoriei. Standardul ATA include acum protocoale, caracteristici avansate, frecvențe de ceas și moduri de lucru care depășesc cu mult orizontul magistralei ISA. Cu toate acestea, avantajul prețului se păstrează, deoarece seturile actuale de cipuri, care formează fundația unei plăci de bază,

înglobează și suportul complet pentru interfața ATA. Din punctul de vedere al producătorului de calculatoare, interfața ATA nu costă nimic; conectorul suplimentar de pe placa de bază este uneori singurul cost suplimentar implicat de includerea unei interfețe ATA pentru hard-discuri și alte periferice.

Integrarea circuitelor electronice de control în unitatea de disc pentru crearea unei interfețe ATA poate, la prima vedere, să nu pară un avantaj pentru producătorul de hard-discuri. În definitiv, integrarea acestor circuite face produsul mai complex și, ca urmare, mai scump. Dar alte avantaje ale interfeței IDE și îmbunătățirea altor aspecte ale discurilor fac ca integrarea circuitelor electronice de control să fie un mare avantaj pentru producătorii de hard-discuri și alte dispozitive.

La fel ca pentru toate circuitele electronice, există tendința de integrare pe scară largă a circuitelor de control din unitățile de hard-disc, prin combinarea tuturor funcțiilor necesare într-un singur cip mare sau într-un mic set de cipuri mari. Deși proiectarea funcțiilor unui cip VLSI (Very Large Scale Integration) este scumpă, fabricarea este din ce în ce mai ieftină și rezultatul final poate fi un preț mai mic. VLSI înseamnă mai puține componente de instalat. De asemenea, sunt mai puține componente care se pot defecta, așa că garanția și întreținerea pot costa mai puțin.

Pentru producătorii de discuri, cel mai mare avantaj oferit de interfața AT Attachment este libertatea pe care o au proiectanții de hard-discuri privind obținerea unei capacități maxime pentru un mecanism dat. Deoarece modul intern de funcționare este invizibil pentru dumneavoastră și pentru calculator, unitățile cu interfață ATA pot încălca regulile și limitele tradiționale fără nici o restricție. Sistemul nu vede diferențele. Aveți de câștigat, fără problemele hard-discurilor convenționale.

## Istoric

Ideea folosirii unei interfețe AT obișnuite pentru conectarea hard-discurilor la PC își are originea în primele zile ale calculatoarelor, când Compaq Computer Corporation dezvolta calculatorul Portable II. Proiectarea noii interfețe a început în 1985, ca o soluție pentru micșorarea numărului de sloturi necesare pentru integrarea unui hard-disc în calculator. Modelul Portable II nu avea la dispoziție prea multe sloturi și eliminarea unui controller de hard-disc ar fi eliberat un slot de extensie. În primul model, controllerul de disc era încă o placă separată, construită de Western Digital Corporation conform specificațiilor Compaq, dar placa era conectată direct la unitate.

Termenul „Integrated Drive Electronics“ a apărut la începutul anului 1986, când Compaq lucra împreună cu Western Digital și cu departamentul Magnetic Peripherals al firmei Control Data Corporation (departament care face acum parte din firma Seagate) pentru integrarea controllerului WD pe o unitate CDC de 5,25 inci cu capacitatea de 40 MB. În această implementare, controllerul era inclus în ansamblul hard-discului, dar circuitele acestuia erau separate de celelalte componente electronice ale unității. Unitatea a fost folosită pentru prima dată în calculatorul Deskpro 386, în care era conectat la o placă multifuncțională instalată într-unul dintre sloturile de extensie ale calculatorului. În această perioadă specificațiile au fost extinse pentru a permite controlul a două unități printr-o singură conexiune. Dacă nu și altceva, prima utilizare a acestei tehnologii a dat numele care va fi apoi folosit ani de-a rândul pentru descrierea interfeței, *IDE*.

Către mijlocul anului 1986, în paralel cu eforturile firmei Control Data Corporation, Compaq și Conner Peripherals (care la sfârșitul anului 1995 a devenit parte a firmei Seagate) au lansat un efort comun de dezvoltare pentru emularea interfeței IDE

originale, printr-o matrice de porți integrată cu celelalte circuite electronice de control ale hard-discului. În acest moment controllerul a fost complet integrat, printr-un efort de scădere a prețului și a complexității sistemelor de hard-discuri, concomitent cu creșterea fiabilității. Conectorul interfeței ATA a fost mutat pentru prima dată pe placa de bază în calculatorul Portable III al firmei Compaq.

După ce avantajele conectării pe magistrala AT au fost demonstrate, și alți producători de discuri au adoptat modelul. Totuși, deoarece nu a fost adoptat nici un standard oficial și nu au fost făcute publice nici indicații neoficiale, fiecare producător de discuri a adăugat la interfață propriile nuanțe și variații. Ca urmare, primele unități bazate pe interfața AT furnizate de producători diferiți pot prezenta unele probleme de compatibilitate, în special atunci când încercați să conectați două unități diferite la un singur conector de interfață ATA.

În octombrie 1988, un grup de companii care produceau și foloseau hard-discuri au format comitetul CAM (Common Access Method). Deși principalul scop al acestui comitet a fost dezvoltarea unei interfețe software comune pentru manipularea transferurilor de date în sistemele SCSI, s-a încercat și crearea unui standard pentru unitățile de disc care foloseau interfața AT. Grupul a pus la punct specificațiile pentru interfața AT Attachment în martie 1989, iar în noiembrie 1990 le-a propus ca standard organizației ANSI (American National Standards Institute). În 1991, standardul final a fost oficial aprobat și curând după aceasta comitetul CAM s-a dizolvat. Alte organizații (în principal Small Form Factor Committee) lucrează acum la revizuirea și extinderea specificațiilor originale.

Pe lângă comoditatea și avantajele magistralei de extensie AT, interfața AT Attachment a moștenit și dezavantajele acesteia. Pe măsură ce PC-urile de mare performanță au renunțat la modelul de magistrală AT (numită acum ISA) în favoarea magistralelor locale mai rapide, interfața ATA a fost lăsată în urmă. Aceasta a devenit foarte repede cel mai important factor de limitare a productivității unităților de hard-disc mai ieftine. Necesitatea obținerii unor viteze mai mari a depășit curând posibilitățile organizațiilor de standardizare în ceea ce privește extinderea limitelor modelului existent. Ca urmare, producătorii au improvizat și dezvoltat extensii proprii ale interfeței AT Attachment. Rezultatul a fost apariția a două tabere în industria calculatoarelor personale – una promovând interfața EIDE și cealaltă promovând interfața Fast ATA.

Pentru a permite unităților de disc să țină pasul cu productivitatea mai mare posibilă în PC-urile care folosesc magistrale locale pentru conectarea dispozitivelor de stocare masivă, Seagate Technology a creat un set propriu de extensii ale standardului AT Attachment, numit de companie *Fast ATA*. Publicat inițial în 1994, standardul Fast ATA documentează metode de sincronizare la viteze mai mari ale semnalelor interfeței ATA. În afara creșterilor de performanță și a modalităților de identificare a noilor unități, standardul Fast ATA nu aduce alte modificări specificațiilor ATA originale.

În timp ce firma Seagate dezvolta standardul Fast ATA, producătorul de discuri Western Digital a încercat să îmbunătățească rata de transfer a hard-discurilor ATA și să corecteze unele slăbiciuni ale standardului ATA original. Compania a numit această imagine a viitorului Enhanced IDE sau EIDE.

Standardul EIDE a adus patru îmbunătățiri standardului ATA original. Pentru creșterea productivității pe magistrala ATA, standardul EIDE folosea aceleași moduri rapide de transfer ca și standardul Fast ATA. În plus, EIDE a încercat să standardizeze modalitatea de conectare a unei a doua perechi de unități la un PC. Pentru a ridica limita de adresare

a întreruperii 13(Hex) de la 504 MB pentru fiecare unitate de disc, EIDE a asigurat un standard de adresare pe blocuri logice (LBA). Pentru a extinde posibilitatea de conectare a porturilor ATA pentru unitățile de bandă și unitățile de CD-ROM, EIDE a inclus interfața de pachete ATA (ATA Packet Interface), aflată în dezvoltare în momentul respectiv.

Cele două tabere și-au reunit eforturile, pe măsură ce noile versiuni ale standardului ATA au fost dezvoltate și aprobate. Toate aspectele specificațiilor Fast ATA și EIDE fac acum parte din standardul oficial. Ratele mai mari de transfer au devenit oficiale în 1996, prin adoptarea standardului ATA-2. În 1997, standardul ATA-3 a adăugat suportul pentru unități mai mari, prin adresarea pe blocuri logice (despre care vom discuta ulterior). În 1998, a fost adăugată oficial la standard, sub numele ATA-4, interfața pentru pachete, care permitea conectarea unităților de CD și a altor dispozitive.

Acest nivel al standardului ATA adaugă și noi moduri de mare viteză, cunoscute și sub numele Ultra DMA sau UDMA. Această tehnologie a fost dezvoltată prin colaborarea firmelor Intel, Quantum și Seagate, bazându-se pe dublarea frecvenței de ceas și controlul magistralei pentru obținerea unei rate de transfer a datelor de 33 MB/sec. Următoarea generație a standardului, ATA-5, era pe cale de a fi aprobată oficial în momentul scrierii acestei cărți, în 1999. Standardul va reprezenta suportul oficial pentru unitățile cu rate de transfer de 66 MB/sec, care încep să pătrundă pe piață.

## Performanțe

Viteza a fost întotdeauna atracția modelului AT Attachment. În cea mai mare parte a timpului, interfața AT Attachment s-a menținut în fața posibilităților de livrare a datelor oferite de mecanismele unităților de discuri. De obicei, performanțele sunt limitate de mecanism, nu de interfață. Datorită revizuirilor aduse specificațiilor AT Attachment, interfața depășește și în prezent limitele de performanță ale mecanismelor unităților de discuri.

Aceasta nu înseamnă că orice disc va asigura performanțe optime cu orice adaptor gazdă ATA. De la conceperea modelului AT Attachment, viteza de la ambele capete ale conexiunii s-a mărit de câteva ori. Deși, în general, noile dispozitive sunt compatibile cu modelele și echipamentele mai vechi, orice pas înapoi reduce viteza. Mai mult, dacă nu asigurați corespondența dintre echipamentele ATA și PC, este posibil să apară unele pierderi de performanță.

Performanțele dispozitivelor ATA nu pot fi descrise printr-un singur număr. Standardul actual recunoaște unsprezece moduri de transfer, fiecare cu propriile limite de performanță. Unitățile, adaptoarele și componentele software suportă diferit aceste moduri de lucru. Cele mai rapide moduri de lucru pot fi folosite numai de modelele recente și toate elementele sistemului AT Attachment – sistemul de operare, adaptorul gazdă și unitatea propriu-zisă – trebuie să accepte un anumit mod de lucru pentru a obține nivelul de performanță al acestuia. Tabelul 9.3 prezintă principalele moduri de transfer prevăzute de standardul AT Attachment.

**Tabelul 9.3** Modurile de transfer și vitezele prevăzute de standardul AT Attachment

| *Mod de transfer* | *Durata ciclului (nanosecunde)* | *Viteza (Mbps)* | *Standard* |
|---|---|---|---|
| PIO Mode 0 | 600 | 1,67 | ATA |
| PIO Mode 1 | 383 | 2,61 | ATA |

*continuare*

**Tabelul 9.3** Continuare

| *Mod de transfer* | *Durata ciclului (nanosecunde)* | *Viteza (Mbps)* | *Standard* |
|---|---|---|---|
| PIO Mode 2 | 240 | 4,17 | ATA |
| PIO Mode 3 | 180 | 11,1 | ATA-2 |
| PIO Mode 4 | 120 | 16,7 | ATA-3 |
| PIO Mode 5 | 90 | 22 | |
| DMA, Single Word, Mode 0 | 960 | 1,04 | ATA |
| DMA, Single Word, Mode 1 | 480 | 2,08 | ATA |
| DMA, Single Word, Mode 2 | 240 | 4,17 | ATA |
| DMA, Multiple Word, Mode 0 | 480 | 4,17 | ATA |
| DMA, Multiple Word, Mode 1 | 150 | 13,3 | ATA-2 |
| DMA, Multiple Word, Mode 2 | 120 | 16,7 | ATA-3 |
| DMA sincron, Mode 0 | 235 | 16 | ATA-4 |
| DMA sincron, Mode 1 | 160 | 24 | ATA-4 |
| DMA sincron, Mode 2 | 120 | 33,3 | ATA-4 |
| DMA sincron, Mode 3 | 90 | 45 | ATA-5 |
| DMA sincron, Mode 4 | 60 | 66,6 | ATA-5 |

Standardul AT Attachment acceptă două mari categorii de transferuri, *Programmed Input/Output* (Intrări/ieșiri programate) sau PIO și *Direct Memory Access* (Acces direct la memorie) sau DMA. În versiunile mai noi ale standardului ATA, modul de lucru DMA este împărțit în modurile Single-Word DMA, Multiple-Word DMA și UltraDMA. Pentru PC-urile actuale, modurile UDMA sunt preferate, datorită performanțelor mai bune, deși aproape toate unitățile acceptă toate modurile de lucru mai vechi, până la cel mai bun pe care îl pot oferi.

Diferența dintre modurile PIO și DMA este legată de felul cum sunt folosite resursele PC-ului. Modurile DMA oferă posibilitatea obținerii unor performanțe generale mai bune prin controlul magistralei (bus mastering), dar pentru obținerea avantajelor maxime este necesară asigurarea corespondenței între hardware și software. Modurile cele mai rapide nu pot fi folosite decât de PC-urile cele mai moderne.

Modurile Programmed Input/Output pun microprocesorul la muncă. Microprocesorul sistemului controlează direct fiecare octet transferat prin interfață. Microprocesorul scrie direct valori din regiștrii interni sau din memorie la un port special de intrare/ieșire, care transferă datele către circuitele de control ale interfeței. Transferurile PIO pot fi de două tipuri, oarbe și cu controlul fluxului.

*Transferurile oarbe* nu permit unității AT Attachment controlul complet al transferului. Aceasta nu are informații despre posibilitățile microprocesorului gazdă în privința acceptării datelor. De fapt, posibilitățile sistemului gazdă sunt invizibile pentru unitatea gazdă. Prin proiectare, orice eroare făcută de sistem este tratată conservativ, pentru a crește la maximum fiabilitatea sistemului. Deoarece uneori numai o parte a lărgimii de

bandă este disponibilă pentru transferurile de date cu discul, transferurile oarbe se fac ca pentru cel mai rău caz. Ca urmare, interfața AT Attachment operează transferurile oarbe cu o viteză mică, indiferent care sunt posibilitățile calculatorului gazdă de a accepta date. Datele sunt transferate cu o rată mai scăzută chiar și în situațiile când este disponibilă întreaga lărgime de bandă.

*Transferurile cu controlul fluxului* folosesc o formă de dialog de confirmare prin care se asigură folosirea întregii lărgimi de bandă. Mai precis, transferurile controlate folosesc linia I/O Channel Ready (IORDY) a interfeței AT Attachment pentru a semnala calculatorului gazdă necesitatea unui transfer la viteză mare. Folosind linia IORDY, discul poate solicita lărgimea de bandă maximă și poate crește viteza de transfer.

Specificațiile ATA curente permit cinci moduri de transfer PIO, prezentate în Tabelul 9.4. Modurile 0, 1 și 2 folosesc transferurile oarbe. Modurile 3 și 4 folosesc controlul fluxului. Deși specificațiile ATA originale prevedeau această caracteristică, sub numele „Controlul fluxului folosind linia IORDY", modul de aplicare nu era standardizat și impunea corespondența între caracteristicile adaptorului gazdă și ale unității de disc.

**Tabelul 9.4** Modurile PIO prevăzute de standardul AT Attachment

| *Mod de transfer* | *Durata ciclului (nanosecunde)* | *Viteza (Mbps)* |
|---|---|---|
| PIO Mode 0 | 600 | 1,67 |
| PIO Mode 1 | 383 | 2,61 |
| PIO Mode 2 | 240 | 4,17 |
| PIO Mode 3 | 180 | 11,1 |
| PIO Mode 4 | 120 | 16,7 |
| PIO Mode 5 | 90 | 22 |

Modul PIO 3 a fost oficializat în standardul ATA-2. Standardul revizuit ATA-3 permite modificarea sincronizării pentru creșterea vitezei transferurilor sincronizate, sub numele PIO Mode 4.

Pentru operarea în modurile PIO 3 și 4 este nevoie de suport atât din partea dispozitivului ATA, cât și a adaptorului gazdă. De obicei, toate unitățile folosesc ca mod de lucru prestabilit transferurile oarbe. Pentru obținerea vitezelor mai mari ale transferurilor cu controlul fluxului, adaptorul gazdă trebuie să trimită dispozitivului o comandă de modificare a caracteristicilor (comanda Set Features).

Standardul AT Attachment permite transferurile prin acces direct la memorie (Direct Memory Access), care ocolesc microprocesorul și transferă datele direct în memorie. Deoarece transferurile DMA folosesc o formă proprie de dialog de confirmare, sunt la fel de eficiente ca și transferurile PIO cu controlul fluxului, din punctul de vedere al creșterii ratei de transfer. Mai mult, atunci când sistemul de operare al calculatorului gazdă nu serializează funcțiile de intrare/ieșire, transferurile DMA oferă un grad de prelucrare paralelă. În timpul unui transfer DMA microprocesorul poate executa alte operații de prelucrare. DOS și Windows 95 serializează funcțiile de intrare/ieșire, așa că nu beneficiază de acest avantaj. OS/2, UNIX și Windows NT pot obține un câștig de performanță prin această strategie de transfer. Adevăratul câștig este obținut datorită funcțiilor de reducere a duratei ciclurilor, de transferare în rafale și de control al magistralei, oferite de implementările mai avansate ale modurilor DMA în standardul AT Attachment.

Standardul AT Attachment permite atât transferurile DMA pe un singur cuvânt, cât și transferurile pe mai multe cuvinte. *Transferurile DMA pe un singur cuvânt* (Single-word DMA) mută un singur cuvânt la un moment dat. Sistemul gazdă comandă transferul, stabilește primul cuvânt care urmează să fie transferat, apoi face transferul. Procesul se repetă pentru următorul cuvânt. Specificațiile ATA recunosc trei moduri de transfer pe un singur cuvânt, prezentate în Tabelul 9.5.

**Tabelul 9.5** Modurile de transfer DMA pe un singur cuvânt și vitezele prevăzute de standardul AT Attachment

| *Mod de transfer* | *Durata ciclului (nanosecunde)* | *Viteza (Mbps)* |
|---|---|---|
| DMA, Single Word, Mode 0 | 960 | 1,04 |
| DMA, Single Word, Mode 1 | 480 | 2,08 |
| DMA, Single Word, Mode 2 | 240 | 4,17 |

Deși transferurile DMA pe un singur cuvânt oferă unele avantaje de performanță față de modurile PIO, preluând de la microprocesor operațiile suplimentare, transferarea unui singur cuvânt la un moment dat implică o cantitate inutilă de operații suplimentare. Conform specificațiilor ATA-3, transferurile pe un singur cuvânt sunt considerate desuete.

*Transferurile DMA pe mai multe cuvinte* (multi-word DMA) le iau locul și asigură performanțe mai bune, operând ca un mod de transfer în rafale. Sistemul gazdă comandă transferul, stabilește primul și ultimul cuvânt care urmează să fie transferate, apoi interfața transferă întregul bloc de date fără alte intervenții din partea sistemului gazdă. În fiecare etapă de dezvoltare a standardului ATA, inginerii au adăugat un nou mod, numărul acestora ajungând la trei în versiunea ATA-3. Tabelul 9.6 prezintă modurile ATA de transfer DMA pe mai multe cuvinte.

**Tabelul 9.6** Modurile de transfer DMA pe mai multe cuvinte și vitezele prevăzute de standardul AT Attachment

| *Mod de transfer* | *Durata ciclului (nanosecunde)* | *Viteza (Mbps)* | *Standard* |
|---|---|---|---|
| DMA, Multiple Word, Mode 0 | 480 | 4,17 | ATA |
| DMA, Multiple Word, Mode 1 | 150 | 13,3 | ATA-2 |
| DMA, Multiple Word, Mode 2 | 120 | 16,7 | ATA-3 |

Pentru standardul ATA-4, inginerii au creat trei noi moduri cu sincronizare dublă, numite moduri DMS sincrone. Încă două moduri sunt propuse de standardul ATA-5. Tabelul 9.7 prezintă toate modurile UDMA.

**Tabelul 9.7** Modurile de transfer DMA sincrone (UDMA) și vitezele prevăzute de standardul AT Attachment

| *Mod de transfer* | *Durata ciclului (nanosecunde)* | *Viteza (Mbps)* | *Standard* |
|---|---|---|---|
| DMA sincron, Mode 0 | 235 | 16 | ATA-4 |
| DMA sincron, Mode 1 | 160 | 24 | ATA-4 |
| DMA sincron, Mode 2 | 120 | 33,3 | ATA-4 |

| *Mod de transfer* | *Durata ciclului (nanosecunde)* | *Viteza (Mbps)* | *Standard* |
|---|---|---|---|
| DMA sincron, Mode 3 | 90 | 45 | ATA-5 |
| DMA sincron, Mode 4 | 60 | 66,6 | ATA-5 |

În special două dintre aceste moduri de lucru sunt preferate pentru noile hard-discuri, primind nume proprii. Modul DMA sincron 2 este deseori numit UDMA (de la *UltraDMA*) sau, mai recent, UDMA/33. De asemenea, este numit Ultra ATA. Deși termenul UDMA descrie și o tehnologie folosită de unele unități de disc SCSI, așa cum termenul IDE descrie mai degrabă o tehnologie, decât un standard, termenul a devenit cel mai popular mod de identificare a unităților de hard-disc din această clasă de viteză.

Modul 4 este numit uneori UDMA/66 sau ATA/66. Indiferent de nume, este o extrapolare a termenului UDMA.

Modurile UltraDMA combină două tehnologii de îmbunătățire a performanțelor. Cea mai directă creștere de performanțe provine din accelerarea ceasului sau reducerea duratei ciclurilor și din folosirea avantajelor oferite de tehnica controlării magistralei. Prin transferarea controlului magistralei către unități, modurile UDMA pot să crească ritmul de transfer.

În plus, tehnologia UltraDMA dublează transferurile. În mod normal, un transfer DMA se face pe unul dintre fronturile ciclului de ceas – de obicei, pe frontul crescător, cu care începe ciclul de ceas – așa că se face un transfer la fiecare ciclu de ceas. Un sistem UltraDMA poate să transfere date atât pe frontul crescător, cât și pe frontul descrescător al fiecărui ciclu de ceas. Aceasta înseamnă că se fac două transferuri în fiecare ciclu de ceas, dublând efectiv productivitatea. Pentru a asigura funcționarea fiabilă a acestui sistem, proiectanții ATA au trecut de la transferurile asincrone la cele sincrone. Dispozitivul care transmite datele (PC-ul, în cazul scrierii; unitatea de disc, în cazul citirii) generează semnalele de ceas și sincronizează impulsurile de date cu ceasul. Deoarece același dispozitiv controlează atât datele, cât și ceasul, controlul este mai bun.

Pentru ca unitatea de disc să preia controlul sincronizării, trebuie să acționeze ca master de magistrală, așa că această tehnică este uneori numită *DMA cu master de magistrală*. În plus, protecția împotriva erorilor este inclusă în protocolul de transfer, folosind un algoritm de verificare ciclică prin redundanță (CRC – Cyclical Redundancy Check). CRC este aplicat numai datelor transferate prin cablu, nu și datelor de pe disc.

Unitățile UltraDMA simple folosesc avantajele vitezei de 16,6 MHz a modului ATA PIO 4, dar îmbunătățesc această viteză prin dublarea ceasului. Standardul UDMA/66 folosește un ceas mai rapid, la 33 MHz, pentru a îmbunătăți și mai mult performanțele.

În mod obișnuit, nu trebuie să vă faceți probleme privind modul de transfer folosit de un sistem de unități ATA. PC-ul ar trebui să folosească automat cel mai rapid mod de lucru disponibil, fără intervenția – sau știința – dumneavoastră.

Problemele încep să apară atunci când vreți să cumpărați și să instalați o nouă unitate sau dacă vreți să vă asigurați că folosiți unitățile pe care le aveți cu performanțe maxime. Cumpărarea unei unități care acceptă cel mai rapid mod de transfer nu este de ajuns. Și PC-ul trebuie să aibă posibilitatea de a manipula modul de transfer și viteza unității.

În cazul PC-urilor și unităților relativ noi, principala problemă este setul de cipuri folosit de PC. Suportul pentru standardul ATA-4 UDMA/33 este integrat în cele mai multe seturi de cipuri ale sistemelor Pentium II. De asemenea, suportul necesar este asigurat și

de seturile de cipuri Intel 440BX, 440LX și 440TX, precum și de seturile de cipuri VIA VPX, VIA VP2/97, SiS 5597/98, SiS 5581/82 și SiS 5601. Dacă PC-ul dumneavoastră nu asigură suportul pentru standardul UDMA/33, puteți să adăugați un adaptor gazdă care acceptă modurile respective de transfer.

În plus, s-ar putea să aveți nevoie de un driver software ca să beneficiați de avantajele modului UDMA/33 în sistemul de operare pe care îl folosiți. Numai Windows 98 și Windows 2000 asigură suportul integrat pentru modul UDMA/33. Sistemele de operare Windows NT 4.0 sau mai vechi și Windows 95 au nevoie de drivere UDMA/33 speciale (livrate, de obicei, împreună cu unitatea de disc) ca să folosească vitezele potențiale maxime ale acestui mod de operare. Sistemul de operare DOS nu acceptă modul de transfer UDMA/33.

În momentul scrierii acestei cărți, suportul pentru modul UDMA/66 abia începe să pătrundă pe piață. Seturile de cipuri lansate în 1999 includ suportul pentru modurile cele mai rapide, dar nu și seturile de cipuri anterioare. Desigur, puteți să adăugați un adaptor gazdă ca să beneficiați de avantajele interfeței ATA/66 și în sistemele mai vechi. Pentru folosirea celor mai rapide moduri de transfer, este posibil ca PC-urile mai vechi să necesite modernizarea codului BIOS.

În mod obișnuit, trebuie să vă puneți problema modurilor și ratelor de transfer numai atunci când vreți să alegeți un hard-disc care să corespundă posibilităților PC-ului dumneavoastră. În timpul operării, sistemul BIOS al PC-ului va recunoaște automat unitatea și se va autoconfigura pentru cel mai rapid mod de operare pe care îl are în comun cu unitatea de hard-disc. Unele sisteme BIOS vă permit să controlați modul pe care l-au descoperit și îl folosesc, prin intermediul opțiunii Advanced a procedurii de configurare a discului.

Desigur, toate aceste viteze reprezintă valori maxime teoretice. Performanțele reale ale dispozitivelor AT Attachment vor fi întotdeauna mai mici, deoarece productivitatea este limitată, în lumea reală, de performanțele mecanice ale dispozitivelor și de operațiile suplimentare executate de sistem. Pe de altă parte, multe dispozitive care folosesc conexiunile AT Attachment se pot apropia de limita de viteză a interfeței dacă folosesc buffere mari instalate pe placă, iar aceste buffere sunt deja pline cu datele cerute de calculatorul gazdă.

## Capacitatea

Componentele hardware ale unei interfețe nu afectează direct capacitatea de stocare a unui sistem. Interfața nu face decât să furnizeze un canal care, presupunând că are destul timp la dispoziție, poate transfera dintr-o parte în alta orice cantitate de informații. De exemplu, câteva milioane de gigaocteți de date se află de partea cealaltă a portului serial sau a modemului cu care este echipat calculatorul. Interfața AT Attachment, ca toate interfețele pentru PC-uri, încorporează mai mult decât un simplu canal de transfer. Interfața include și un sistem de control pentru dispozitivele conectate. În cazul interfeței AT Attachment, o parte a controlului este un sistem de adresare care permite PC-ului și programelor de pe acesta să specifice un bloc de date de pe dispozitivul ATA pentru citire sau pentru scriere.

Interfața nu limitează spațiul de stocare. Problema este adresarea. Deși o unitate de disc poate să stocheze, din punct de vedere fizic, sute de gigaocteți, s-ar putea ca această capacitate să fie inutilă, deoarece interfața folosită de unitate nu permite adresarea tuturor octeților. De fapt, adresa octeților aflați dincolo de limita de adresare a interfeței este necunoscută, și oricât veți implora, nu veți putea ajunge la ei.

Limitele de adresare au restricționat capacitatea utilă a unităților AT Attachment încă de la apariția acestora. Pe măsură ce au crescut cerințele de adresare, proiectanții au adăugat noi moduri de adresare la standardul ATA. Ultimele îmbunătățiri au ridicat limita superioară dincolo de capacitatea discurilor actuale.

## Adresarea CHS

Sistemul de adresare al interfeței AT Attachment se bazează pe modelul hard-discului. Blocurile de date au o adresă bazată pe o schemă care precizează capetele, pistele și sectoarele. Acest sistem de adresare este numit uneori *adresare CHS* – de la Cylinder, Head, Sector (cilindru – termenul tehnic pentru „pistă" – cap, sector).

Standardul ATA original permitea adresarea a 16 capete sau suprafețe de disc separate, fiecare având până la 65.536 piste. Fiecare pistă poate conține până la 255 sectoare de câte 512 octeți. Înmulțind aceste valori, rezultă că interfața AT Attachment poate adresa până la 136.902.082.560 octeți, adică 127,5 GB. Cele mai multe surse rotunjesc această valoare la 128 GB. (De fapt, rezultatul este chiar 128 MB, datorită limitei de 255 în loc de 256 de sectoare pe pistă. Din motive istorice, producătorii de unități încep numerotarea sectoarelor de la unu, nu de la zero.)

Pentru obținerea acestei capacități, trebuie ca nimic altceva să nu limiteze interfața AT Attachment. Din nefericire, în aplicațiile practice, sistemul BIOS al PC-urilor mai vechi limitează sever posibilitățile de adresare ale interfeței ATA.

Toate produsele software care se bazează pe rutinele întreruperii 13(Hex) trebuie să respecte modul de adresare al codului BIOS. Rutinele BIOS dezvoltate în 1982 pentru calculatoarele personale IBM XT permit adresarea discurilor cu cel mult 255 capete de citire/scriere sau suprafețe de disc (IBM a început numerotarea capetelor de la unu, așa că limita este 255 în loc de 256), fiecare având cel mult 1.024 piste. Fiecare pistă poate conține cel mult 63 de sectoare. Folosind sectoare standard de 512 octeți, sistemul de adresare BIOS limitează capacitatea maximă a discurilor la 8.422.686.720 de octeți sau 7,8 GB. Cele mai multe surse rotunjesc această valoare la 8 GB.

Luată ca atare, aceasta nu a fost cu adevărat o limită. În 1982, un hard-disc uriaș putea stoca 33 de *megaocteți*, și vor trece 15 ani înainte ca hard-discurile PC-urilor să treacă de 8 GB. Totuși, conspirația tehnică dintre standardul ATA și codul IBM BIOS nu a permis PC-urilor să adreseze decât o mică parte a limitei ATA. Cea mai mare valoare care poate fi manipulată de sistem pentru fiecare dintre parametrii unităților este valoarea cea mai mică dintre cele două limite. Mai important este că, deși sistemul BIOS acceptă adresarea a 255 de capete, interfața ATA permite numai 16, așa că sistemul nu poate adresa mai mult de 16 capete. Tabelul 9.8 rezumă limitele rezultate din interacțiunea dintre BIOS și ATA.

**Tabelul 9.8** Limitele de adresare impuse de interfața ATA și de întreruperea 13(Hex)

| *Caracteristică* | *Limita ATA* | *Limita BIOS* | *Limita combinată* |
|---|---|---|---|
| Capete | 16 | 255 | 16 |
| Piste | 65,536 | 1.024 | 1.024 |
| Sectoare | 255 | 63 | 63 |
| Total sectoare | 267.386.880 | 16.450.560 | 1.032.192 |
| Capacitate | 127,5 GB | 7,8 GB | 0,5 GB |

Rezultatul conflictului dintre cele două sisteme este faptul că discurile ATA adresate prin întreruperea 13 sunt limitate la 63 de sectoare pe pistă (limita BIOS), 16 capete (limita ATA) și 1.024 piste (din nou limita BIOS). Folosind sectoare de 512 octeți, capacitatea maximă este de 528.482.304 octeți (aproximativ 504 MB). Spațiul care depășește această limită nu poate fi adresat prin rutinele standard ale întreruperii 13(Hex) din codul PC BIOS standard.

Deoarece această limită de adresare este impusă prin combinarea modelelor BIOS și ATA, intră în acțiune numai atunci când programele folosesc întreruperea BIOS 13(Hex) pentru accesul la dispozitivele ATA. Principalul acuzat este sistemul de operare DOS. Și versiunile Windows până la 3.11, care operează prin DOS, sunt afectate de această limită. Restricțiile nu se mai aplică în cazul programelor și sistemelor de operare care nu folosesc întreruperea 13(Hex).

Cele mai multe sisteme de operare moderne folosesc drivere software care ocolesc codul BIOS pentru accesul la disc, dar această tehnică nu elimină complet codul BIOS. Pentru încărcare, toate PC-urile folosesc codul BIOS pentru citirea hard-discului și încărcarea sistemului de operare. Ca urmare, sectoarele de încărcare ale discului trebuie să poată fi adresate folosind întreruperea 13 (Hex) convențională, chiar și în cazul rulării unui sistem de operare avansat.

Deși Windows 95 preferă, în mod normal, folosirea driverelor de dispozitiv pe 32 de biți pentru accesul la disc, o mare parte a sistemului de operare este încă legată de limitele impuse de întreruperea 13(Hex) din DOS. Windows 95 și Windows 98 se încarcă prin DOS și folosesc funcții DOS pentru compatibilitatea cu aplicațiile DOS. Ca urmare, Windows 95 și Windows 98 ar trebui să fie afectate de aceeași limită de 504 MB.

Din fericire, pot fi folosite două metode de ocolire a acestei limite: translatarea CHS și adresarea pe blocuri logice. Acestea permit sistemelor de operare DOS și Windows 95 să folosească dispozitive de stocare ATA cu capacități mai mari de 504 MB.

## Translația CHS

Deoarece modelul AT Attachment, fiind o interfață la nivel de sistem, permite mascarea modului intern de funcționare a dispozitivelor ATA, producătorii sunt liberi să modifice geometria discului, atâta timp cât prezentarea exterioară poate fi recunoscută de PC. De obicei, numărul capetelor fizice, al pistelor și sectoarelor folosite în interiorul unității sunt total diferite de numărul capetelor logice, al pistelor și sectoarelor folosite de PC pentru adresarea sectoarelor de pe disc. Unitatea de disc *translatează* adresele pe care le primește de la sistem în adrese fizice interne folosite pentru identificarea sectoarelor de pe disc.

O cale de depășire a limitei de 504 MB este adăugarea în codul BIOS al PC-ului a unei forme asemănătoare de conversie, numită translație CHS. Codul BIOS acceptă de la programe și de la sistemul de operare comenzi conform propriului sistem de adresare CHS, adică limitând capacitatea la 7,8 GB. Codul BIOS convertește apoi aceste adrese într-o formă compatibilă cu sistemul de adresare folosit de dispozitivele ATA. De exemplu, codul BIOS poate pretinde că fiecare bloc de 1.024 de piste (dintr-un potențial de 65.536 piste, multiplicat cu cele 16 capete de citire/scriere) de pe disc reprezintă un cap logic separat, permițând astfel sistemului de operare să folosească 255 de capete de citire/scriere.

Acest sistem de translație are propriile restricții. Deoarece sistemul de operare adresează în continuare dispozitivele ATA folosind întreruperea 13(Hex), se aplică în continuare limita de 7,8 GB. Deoarece translatarea este făcută de BIOS, acesta trebuie să știe cum să

o facă. Nu toate versiunile BIOS permit acest tip de conversie. Mai mult, sistemul de translatare poate fi diferit de la un cod BIOS la altul. Un disc formatat cu un cod BIOS poate să nu fie compatibil cu un cod BIOS care folosește un alt sistem de translatare. Dacă nu sunteți sigur că două PC-uri folosesc algoritmi de translatare identici (de exemplu, dacă versiunile BIOS sunt diferite) nu puteți să mutați un hard-disc între cele două PC-uri și să aveți certitudinea că recuperați datele intacte.

Deși nu există o altă metodă sigură de a determina dacă sistemul BIOS permite translația CHS decât să întrebați producătorul, puteți uneori să determinați acest lucru verificând opțiunile avansate de configurare ale PC-ului. Dacă în procedura de configurare avansată sunt incluse opțiuni legate de modurile de adresare IDE sau ATA, probabil sistemul permite translația CHS. Cele mai multe proceduri de configurare BIOS numesc translația CHS *suport pentru discuri mari* (large disk support sau, mai simplu, „large“).

*Adaptoarele gazdă ATA cu translatare* includ pe placă codul BIOS necesar pentru funcțiile de translație CHS. Pe de altă parte, translația CHS poate fi făcută de programul de gestionare a discurilor. La pornire, PC-ul încarcă programul de gestionare a discurilor folosind întreruperea 13(Hex), apoi acest program preia controlul și activează propriul sistem de translație CHS.

Deoarece este făcută de PC, translația CHS impune microprocesorului executarea unor operații suplimentare. Acesta trebuie să calculeze noile adrese înainte de a le trimite către dispozitivul ATA. PC-urile actuale sunt suficient de puternice, iar calculele sunt destul de simple ca să nu observați nici un efect.

## Adresarea pe blocuri logice (LBA)

Metoda oficială de depășire a limitei de 504 MB, impusă dispozitivelor ATA de întreruperea 13(Hex), este *adresarea pe blocuri logice* (logical block addressing sau LBA). Această tehnologie, introdusă de interfața EIDE și oficializată de specificațiile ATA-2, înlocuiește adresarea CHS folosită de întreruperea 13(Hex) cu adresarea pe 28 de biți a blocurilor logice. Fiecărui sector de pe disc îi este alocată o adresă logică unică, folosită de BIOS pentru adresarea datelor din sectorul respectiv. Schema de adresare pe 28 de biți limitează domeniul adresabil la 268.435.456 sectoare, adică o capacitate teoretică de 137,5 GB.

Pentru menținerea compatibilității cu sistemele de operare mai vechi, precum DOS, codul BIOS al PC-ului trebuie să transforme adresele CHS generate de software în valorile LBA cerute de sistemul ATA. Ca urmare, pentru folosirea acestei tehnologii PC-urile au nevoie de un cod BIOS cu posibilități de adresare LBA integrate. Mai mult, deoarece sistemul de operare comunică cu codul BIOS tot prin intermediul vechii întreruperi 13(Hex), limita de 8 GB impusă de BIOS este în continuare valabilă.

Adresarea LBA trebuie să fie acceptată la ambele capete ale conexiunii. Pe de o parte, codul BIOS (și driverele software folosite de sistemul de operare) trebuie să știe cum să trimită adrese de blocuri logice. Pe de altă parte, dispozitivele ATA trebuie să înțeleagă adresele LBA primite. Cu alte cuvinte, pentru a beneficia de avantajele sistemului de adresare LBA este necesară rescrierea codului firmware al întreruperii 13(Hex) în vederea folosirii noii scheme de adresare. Pentru accesul la întreaga capacitate a unui disc LBA (și adresarea unui spațiu de stocare mai mare de 504 MB) este nevoie de un cod BIOS care permite adresarea LBA sau de o placă adaptor care include propriul cod BIOS compatibil. La celălalt capăt al conexiunii, aproape toate dispozitivele ATA cu capacități mai mari de 504 MB înțeleg adresarea pe blocuri logice.

Pentru a evita încercările de utilizare a schemei de adresare LBA pentru discurile care nu acceptă această caracteristică, standardul ATA folosește un bit de semnalizare din

registrii unității (mai precis bitul 6 al registrului SDH) ca să indice forma de adresare acceptată de unitate.

Restricțiile translației CHS se aplică și adresării pe blocuri logice. Pentru folosirea unui disc LBA la încărcarea sistemului, PC-ul trebuie să fie echipat cu un cod BIOS care acceptă operațiile LBA. Deoarece unitatea nu poate trece în timpul funcționării de la adresarea CHS la adresarea LBA, încărcarea sistemului trebuie să se facă direct în modul LBA. Ca urmare, aveți nevoie de un cod BIOS compatibil LBA dacă vreți să rulați un sistem de operare care folosește sistemul LBA.

Rețineți că sistemele de operare Windows 95 și Windows 98 includ un suport îmbunătățit pentru unitățile de hard-disc care folosesc adresarea pe blocuri logice, cu o limită de capacitate de 137,5 GB. Driverele în mod protejat din Windows extind funcțiile întreruperii 13(Hex), activând automat sistemul LBA. Totuși, aceste funcții nu intră în acțiune decât după ce calculatorul încarcă sistemul de operare prin codul BIOS, așa că și sub Windows aveți nevoie de un cod BIOS compatibil LBA.

Noile modele BIOS asigură suport complet pentru întregul domeniu de adresare LBA. Totuși, există sisteme BIOS, chiar și din 1997, care sunt încă limitate la 8 GB. Aceste sisteme nu recunosc capacități mai mari de 8 GB. În cele mai multe cazuri puteți să modernizați codul BIOS al PC-ului ca să aveți acces la întregul domeniu LBA. Vă veți da seama că este necesară modernizarea codului BIOS dacă încercați să instalați o nouă unitate de disc și nu puteți vedea întreaga capacitate a discului atunci când îl pregătiți pentru a fi folosit de sistemul de operare.

Deși limita de 137,5 GB este suficientă pentru adresarea oricărei unități de hard-disc curente (cele mai mari unități disponibile în momentul scrierii acestei cărți aveau o capacitate de 50 GB), dacă ținem seama de dublarea anuală a capacității, s-ar putea ca limita de adresare ATA să devină o problemă în numai doi ani. Totuși, cei care supraveghează interfața ATA nu dorm. Propunerea ATA-5 elimină restricțiile practice ale sistemului LBA prin creșterea spațiului de stocare a adreselor de blocuri, ceea ce permite interfeței ATA să controleze unități cu capacități de până la 16 mega-tera-octeți.

## Alte caracteristici

Deși cele mai multe discuții despre interfețele de disc se referă la viteză și capacitate, standardul AT Attachment acoperă și alte aspecte. Pentru a face un PC să funcționeze așa cum doriți, unele dintre acestea sunt la fel de importante ca și performanța. Una dintre caracteristici este interfața ATA pentru pachete (ATA Packet Interface), care vă permite să conectați alte dispozitive, cum ar fi o unitate de CD-ROM, la o interfață proiectată inițial numai pentru hard-discuri. Gestionarea energiei conform specificațiilor standardului ATA face calculatorul mai eficient din punctul de vedere al consumului electric – astfel încât să puteți continua să lucrați pe un PC notebook în sala de așteptare a aeroportului cu mult după ce o combinație de teroriști, ceață și piloți rătăciți v-a făcut să pierdeți orice șansă de a prinde avionul de legătură. O serie de caracteristici asigură protecția datelor împotriva ochilor prea curioși și a ștergerilor accidentale. Posibilitățile de identificare automată simplifică procedura de configurare a calculatorului, uitând de listele lungi de parametri, așa cum uitați de rudele din partea nevestei, după o vizită care s-a prelungit prea mult.

### Interfața ATA pentru pachete (ATA Packet Interface)

Conform specificațiilor originale, interfața AT Attachment era destinată numai pentru conectarea unităților de hard-disc. Interfața s-a dovedit atât de populară – și atât de economică pentru fabricanții de echipamente – încât producătorii de unități de CD-ROM

și unități de bandă au început să o privească cu invidie. Din nefericire, aceasta nu putea fi folosită pentru alte dispozitive de stocare decât discurile, deoarece nu asigura elementele de control necesare. Deși interfața AT Attachment includea toate semnalele hardware necesare pentru conectare, standardul original nu prevedea nici un set de comenzi pentru manipularea acestor dispozitive. În timp ce hard-discurile transferă datele în ambele sensuri sub formă de sectoare sau blocuri logice, unitățile de bandă și de CD-ROM moderne operează cu pachete de date. Pentru a asigura o modalitate de control a acestor dispozitive prin interfața AT Attachment, comitetul Small Form Factor a dezvoltat *Interfața ATA pentru pachete* (ATA Packet Interface) sau ATAPI.

În momentul conceperii interfeței ATAPI, cele mai multe unități de CD-ROM și unitățile de bandă de mare performanță foloseau interfața SCSI. Deși interfața SCSI era mai rapidă și mai eficientă, utilizatorul sau producătorul PC-ului era nevoit să adauge un nou conector, împreună cu circuitele asociate acestuia, pentru aceste echipamente periferice. Deoarece producătorii și utilizatorii erau în căutarea unor PC-uri cu prețuri cât mai mici, conectorul interfeței ATA a devenit foarte tentant. Dacă interfața AT permite conectarea a două unități și cele mai multe PC-uri au nevoie de un singur hard-disc, de ce nu ar putea fi folosită și pentru o unitate de CD-ROM?

Se poate da și un răspuns simplu – conectoarele ATA și SCSI sunt diferite – dar cauzele sunt mai profunde. Interfața ATA nu are posibilitatea să controleze tot ceea ce trebuie să facă o unitate de CD-ROM. Hard-discurile nu fac decât să preia și să furnizeze date. Din acest punct de vedere, unitățile de CD-ROM sunt chiar mai simple – nu fac decât să furnizeze date. Însă acestea trebuie să furnizeze și semnale audio. Interfața AT nu oferă nici o modalitate de conectare a semnalelor audio la PC și nici o posibilitate de control al acestor semnale sau al altor aspecte ale operării normale a unei unități de CD-ROM.

Problema conectării este ușor de rezolvat. Nici interfața SCSI nu include conexiuni audio, ci se bazează pe una sau două mufe jack suplimentare. Controlul este o altă problemă – pentru care standardul ATA-4 oferă o soluție: ATA Packet Interface. Fiind o îmbunătățire a interfeței ATA obișnuite, interfața ATAPI oferă sistemului o modalitate de trimitere a pachetelor de comenzi către unitățile de CD-ROM. Comenzile corespund celor folosite de interfața SCSI, ceea ce simplifică trecerea produselor CD-ROM SCSI la noul sistem. Partea hardware a îmbunătățirilor aduse de interfața ATAPI se rezumă la adăugarea la conectorul ATA standard cu 40 de pini a două mufe jack audio (una pentru semnalul digital serial și una pentru semnalul analogic pe două canale). Specificațiile ATAPI sunt concepute astfel încât să păstreze compatibilitatea completă cu componentele hardware și driverele ATA existente. Conexiunea ATA nu se modifică din punctul de vedere al calculatorului și modificările nu afectează proiectarea și funcționarea hard-discurilor ATA. Specificațiile ATAPI nu fac decât să ofere producătorilor de unități de CD-ROM și programatorilor indicații pentru conectarea produselor la PC printr-o modalitate standard.

Conform specificațiilor ATAPI, o unitate de CD-ROM poate fi conectată în locul unității ATA slave din PC. Standardul ATAPI cere ca unitățile de CD-ROM să poată fi configurate ca master sau slave, astfel încât două unități de CD-ROM să poată fi conectate la un singur cablu ATA.

În mod normal, un hard-disc ATA primește comenzile prin opt regiștri numiți Task File (Fișier de taskuri), care retransmit comenzile și parametrii necesari pentru operarea discului. Din nefericire, cei opt regiștri nu sunt suficienți pentru controlul unității de CD-ROM. Standardul ATAPI adaugă o nouă comandă: Packet, care inițiază trecerea

într-un mod de lucru în care scrieri multiple în regiștrii Task File sunt interpretate ca pachete de comenzi trimise către unitatea de CD-ROM. Cele mai multe pachete de comenzi ATAPI conțin 12 octeți, deși standardul definește și pachete de 16 octeți, pentru compatibilitatea cu dispozitivele viitoare.

Deși interfața ATAPI folosește în mare măsură aceleași blocuri și comenzi ca și cele descrise de standardul SCSI, nu folosește multe dintre caracteristicile protocolului SCSI, cum ar fi transmiterea de mesaje, partajarea magistralei între mai multe calculatoare, deconectarea/reconectarea, legarea și înlănțuirea comenzilor.

Primul dintre cei 12 octeți ai comenzii ATAPI Packet – octetul 0 – este un cod de operație care definește comanda. Primele specificații ATAPI au definit 29 coduri de operare, dintre care două sunt rezervate pentru sistemele CD-ROM XT. Al treilea până la al șaselea octet (octeții 2-5) păstrează adresa blocului logic al datelor care urmează să fie folosite pentru comenzile care implică folosirea unor date. Adresele logice pentru discurile CD-ROM încep de la zero pentru primul bloc și continuă secvențial până la ultimul bloc. Al optulea și al nouălea octet (octeții 7 și 8) definesc lungimea transferului, a listei de parametri sau alocarea implicată de comandă. Comenzile extinse speciale adaugă un octet suplimentar pentru specificarea acestei lungimi. Ceilalți octeți ai pachetului nu sunt definiți de specificațiile ATAPI, fiind rezervați pentru utilizări ulterioare.

## Gestionarea consumului de energie

În PC-urile pentru care consumul electric este o problemă critică – calculatoarele notebook alimentate de la baterie – hard-discul este unul dintre cei mai mari consumatori de energie. Cele mai multe unități de disc destinate calculatoarelor portabile contribuie la economisirea energiei prin reducerea consumului electric atunci când nu este necesar răspunsul în timpul cel mai scurt.

Specificațiile ATA-3 includ standarde pentru gestionarea energiei. O parte din această standardizare reprezintă definirea a patru moduri de consum electric, care permit PC-urilor să economisească energie atunci când este posibil: activ (active), cu activitate redusă (idle), în așteptare (standby) și adormit (sleep).

Modul activ înseamnă operarea normală a unității de disc. Toate funcțiile unității sunt disponibile, circuitele electronice ale unității sunt complet operaționale și discurile se rotesc. Unitatea poate răspunde imediat la orice comandă, inclusiv la o cerere de deplasare a capetelor pentru scrierea sau citirea datelor. Singura întârziere este cea impusă de accesul normal la disc. Prețul plătit pentru accesul rapid este consumul mare de energie, în special în timpul poziționării capetelor.

Modul cu activitate redusă oferă mai multă siguranță decât economie de energie. Capul de citire/scriere poate fi deplasat în afara zonei active de date a discului, dar unitatea rămâne complet operațională. O comandă de căutare trimite imediat capul către sectorul stabilit, cu o mică întârziere suplimentară. Deoarece în acest mod unitatea de disc nu transferă date, o parte dintre circuitele electronice asociate funcțiilor de decodare, deserializare și transferare a datelor (în ambele direcții) pot fi oprite. Rămân active circuitele electronice care prelucrează comenzile, fiind pregătite să recepționeze și să îndeplinească instrucțiunile trimise de PC.

Modul în așteptare (standby) economisește energie prin oprirea motorului care rotește discurile. Circuitele electronice se află în cea mai mare parte în aceeași stare ca și în modul cu activitate redusă. Sunt păstrate în funcțiune numai circuitele necesare pentru recepționarea comenzilor și activarea restului unității atunci când este nevoie. Deoarece

unitatea de disc trebuie să ajungă la viteza de rotație nominală înainte de a putea să citească sau să scrie date, acest mod impune o întârziere pentru toate operațiile de manipulare a datelor. În mod normal, această întârziere este de ordinul a zece secunde, deși standardul ATA permite întârzieri de până la 30 de secunde.

În modul adormit (sleep), hard-discul și circuitele electronice ale acestuia sunt complet oprite. Unitatea de disc nu recepționează comenzi și nu reacționează la comenzile care îi sunt trimise. Singura modalitate de ieșire din acest mod este trimiterea unei comenzi hardware sau software de reinițializare (reset). Semnalul de reinițializare determină trecerea unității de disc în modul de lucru de la punerea sub tensiune, așa cum a fost acesta definit de producător. Modul adormit reduce consumul de energie aproape la zero, dar implică cea mai mare întârziere pentru accesul la date. Nu numai că discul trebuie să ajungă la viteza nominală de rotire, dar și restul sistemului trebuie să reintre în modul normal de operare în urma comenzii de reinițializare.

Tabelul 9.9 prezintă diferențele dintre cele patru moduri de gestionare a consumului de energie, conform specificațiilor ATA.

**Tabelul 9.9** Moduri de gestionare a consumului de energie, conform specificațiilor AT Attachment

| *Mod* | *Circuite electronice* | *Motor* | *Răspuns* | *Economie de energie* |
|---|---|---|---|---|
| Activ (Active) | Active | Activ | Instantaneu | Nu |
| Cu activitate redusă (Idle) | Parțial inactive | Activ | Instantaneu | Mică |
| Așteptare (Standby) | Parțial inactive | Inactiv | Cu întârziere | Substanțială |
| Adormit (Sleep) | Inactive | Inactiv | Cu întârziere | Completă |

Unitățile AT Attachment cu opțiune de gestionare a energiei includ și un *contor de timp de așteptare*, care poate trece unitatea de disc în modul așteptare, cu consum mai mic de energie, după ce discul este inactiv o anumită perioadă de timp. Această trecere este o funcție a unității de disc și este executată fără nici o intervenție din partea PC-ului gazdă. Totuși, PC-ul gazdă poate dezactiva contorul de timp, astfel încât unitatea de disc să nu treacă automat în modul așteptare. În acest fel PC-ul gazdă poate prelua complet controlul asupra gestionării consumului de energie al unității.

Pentru trecerea unității de disc din modul activ într-un mod cu consum mai mic de energie, PC-ul gazdă trimite unității o comandă de gestionare a energiei. Orice comandă de acces la disc determină trecerea unității în modul activ. În plus, standardul AT Attachment include o comandă de verificare a modului de lucru (Check Power Mode), care permite calculatorului gazdă să determine în orice moment modul de gestionare a consumului de energie în care se află unitatea de disc.

## Securitatea

Specificațiile ATA-3 includ o opțiune de securitate prin parole la nivel de dispozitiv, ceea ce permite crearea unui sistem independent pentru limitarea accesului la informațiile de pe disc. Deși parolele de acces la unitate sunt stabilite prin intermediul PC-ului, acestea sunt stocate chiar pe mediul unității și sunt păstrate chiar dacă mutați unitatea de pe un calculator pe altul. Ca urmare, dacă activați sistemul de securitate prin parolă și cineva vă fură apoi unitatea de disc, acesta nu va avea acces la datele stocate pe disc.

În funcție de cât de secrete sunt datele, securitatea poate fi stabilită la două niveluri: normală sau maximă. Principala diferență se referă la ceea ce se întâmplă dacă uitați

parola. Dacă optați pentru nivelul normal de securitate, datele pot fi recuperate de producătorul unității de disc. Dacă optați pentru nivelul maxim de securitate, datele nu mai pot fi recuperate nici de producătorul unității de disc.

Standardul AT Attachment permite două tipuri de parole: User și Master.

**Parolele de utilizator** sunt parolele stabilite chiar de dumneavoastră pentru limitarea accesului la disc. Structura de comandă folosită de standardul AT Attachment permite folosirea unor parole cu o lungime de până la 32 octeți. Standardul asigură la nivelul interfeței o modalitate de stabilire a acestor parole și de obținere a accesului la unitatea de disc. În mod normal, manipularea parolelor se face prin BIOS, prin sistemul de operare sau prin aplicații, care fac legătura cu sistemul de securitate al unității prin intermediul interfeței ATA.

**Parolele master** sunt stabilite la fabricarea unității de disc. Acestea nu sunt folosite în timpul operării normale a unității de disc, reprezentând o cale de siguranță prin care producătorul unității poate să recupereze datele dacă vă uitați parola. Dacă ați optat pentru securitatea normală, producătorul unității poate să folosească parola master ca să citească datele sau să dezactiveze vechea parolă, astfel încât să o înlocuiți cu o parolă pe care să o *puteți* reține. Dacă optați pentru securitatea maximă, parola master nu permite producătorului decât să *șteargă* discul, readucându-l în starea originală: gol și fără nici o parolă. Fișierele de pe disc vor fi pierdute pentru totdeauna.

Sub sistemul de securitate ATA, unitatea de disc operează în trei moduri: blocat, deblocat și înghețat.

**Modul deblocat** (Unlocked mode) este modul normal de funcționare a unității de disc. Unitatea execută toate comenzile care îi sunt trimise. Operațiile de scriere și de citire se pot face pe orice suprafață de date a discului. De asemenea, în acest mod puteți să stabiliți sau să schimbați parola.

De obicei, o unitate nouă de disc este livrată în modul deblocat și rămâne în acest mod până când stabiliți o parolă. Din acest moment, unitatea de disc va începe întotdeauna să funcționeze în modul blocat și va rămâne în acest mod până când primește o parolă master sau utilizator validă. În mod normal, o unitate acceptă cinci încercări de trimitere a unei parole. Orice parolă ulterioară va fi refuzată până la reinițializare.

**Modul blocat** (Locked mode) împiedică citirea sau modificarea datelor stocate pe disc. În acest mod de lucru, unitatea ignoră automat toate comenzile de scriere sau de citire, dar execută comenzile care nu implică accesul la datele stocate pe disc, cum ar fi comenzile de trecere la un consum de energie mai mic.

**Modul înghețat** (Frozen mode) împiedică modificarea caracteristicilor de securitate ale unității de disc. Unitatea de disc execută comenzile obișnuite de scriere și de citire, dar nu modifică nivelul de securitate sau parola. Dacă datele stocate sunt de valoare, acesta ar trebui să fie modul standard de operare, astfel încât nimeni să nu poată schimba parola discului atunci când lăsați PC-ul nesupravegheat.

## Identificarea dispozitivelor

Fiecare dispozitiv include 512 octeți pentru stocarea informațiilor de identificare. Producătorii pot localiza aceste informații oriunde doresc – pe medii de stocare inamovibile, precum hard-discul, în memorii EEPROM sau flash.

Indiferent de localizare, specificațiile AT Attachment prevăd o comandă standard pentru citirea acestui bloc de identificare. Folosind această comandă, PC-ul poate interoga

dispozitivul ca să afle tipul acestuia și să se auto-configureze pentru operarea optimă, inclusiv pentru creșterea ratei de transfer al datelor. Blocul de informații cuprinde parametrii dispozitivului, caracteristicile acceptate (inclusiv modurile de transfer și vitezele), numărul modelului și seria unității de disc.

Deoarece AT Attachment este o interfață pe 16 biți, organizarea acestor informații pe cuvinte de 16 biți este naturală. Tabelul 9.10 prezintă codarea informațiilor de identificare a dispozitivelor ATA.

**Tabelul 9.10** Codarea informațiilor de identificare a dispozitivelor AT Attachment

| *Cuvânt de start* | *Cuvânt de sfârșit* | *Biți* | *Valoare* | *Funcție* |
|---|---|---|---|---|
| 0 | | | | Informații generale de configurare |
| | | 0 | | Rezervat |
| | | 1-5 | | Informații specifice producătorului (învechit) |
| | | 6 | 1 | Dispozitiv inamovibil |
| | | 7 | 1 | Dispozitiv amovibil |
| | | 8-14 | 0 | Dispozitiv ATA |
| | 0 | | 1 | Dispozitiv ATAPI |
| 1 | 1 | | | Număr de cilindri logici |
| 2 | 2 | | | Rezervat |
| 3 | 3 | | | Număr de capete logice |
| 4 | 5 | | | Informații specifice producătorului (învechit) |
| 6 | 6 | | | Număr de sectoare logice pe pistă |
| 7 | 9 | | | Informații specifice producătorului |
| 10 | 19 | | | Seria, în caractere ASCII |
| 20 | 21 | | | Informații specifice producătorului (învechit) |
| 22 | 22 | | | Octeți disponibili în comenzile R/W Long |
| 23 | 26 | | | Numărul de revizuire al codului firmware, în caractere ASCII |
| 27 | 46 | | | Numărul modelului, în caractere ASCII |
| 47 | 47 | 0-7 | | Numărul maxim de sectoare în comenzile R/W Multiple |
| 48 | 48 | | | Rezervat |
| 49 | | | | Posibilități |
| | | 0-7 | | Informații specifice producătorului |
| | | 8-9 | | Învechit |
| | | 10 | 0 | IORDY poate fi dezactivat |
| | | 11 | 0 | IORDY poate fi acceptat |

*continuare*

**Tabelul 9.10** Continuare

| *Cuvânt de start* | *Cuvânt de sfârșit* | *Biți* | *Valoare* | *Funcție* |
|---|---|---|---|---|
| | | 11 | 1 | IORDY este acceptat |
| | | 12 | | Rezervat |
| | | 13 | 0 | Contor de timp de așteptare specific producătorului |
| | | 13 | 1 | Contor de timp de așteptare standard |
| | 49 | 14-15 | | Rezervat |
| 50 | 50 | | | Rezervat |
| 51 | | 0-7 | | Informații specifice producătorului |
| | 51 | 8-15 | | Modul de sincronizare pentru ciclurile de transfer PIO |
| 52 | | 0-7 | | Informații specifice producătorului |
| | 52 | 8-15 | | Învechit |
| 53 | | 0 | 0 | Câmpurile din cuvintele 54-58 pot fi valide |
| | | 0 | 1 | Câmpurile din cuvintele 54-58 sunt valide |
| | | 1 | 0 | Câmpurile din cuvintele 64-70 nu sunt valide |
| | 53 | 1 | 1 | Câmpurile din cuvintele 64-70 sunt valide |
| 54 | 54 | | | Numărul curent de cilindri logici |
| 55 | 55 | | | Numărul curent de capete logice |
| 56 | 56 | | | Numărul curent de sectoare pe pistă |
| 57 | 58 | | | Capacitatea curentă, în sectoare |
| 59 | | 0-7 | | Numărul curent de sectoare pentru comenzi R/W Multiple |
| | | 8 | 1 | Valoarea pentru sectoare multiple este validă |
| | 59 | 9-15 | | Rezervat |
| 60 | 61 | | | Numărul total de sectoare adresabile în modul LBA |
| 62 | 62 | | | Învechit |
| 63 | 63 | 0-7 | | Modul DMA pe cuvinte multiple este activ |
| | | 8-15 | | Modul DMA pe cuvinte multiple este acceptat |
| 64 | | 0-7 | | Modurile PIO avansate sunt acceptate |
| | 64 | 8-15 | | Rezervat |

| *Cuvânt de start* | *Cuvânt de sfârșit* | *Biți* | *Valoare* | *Funcție* |
|---|---|---|---|---|
| 65 | 65 | | | Numărul minim de cicluri de ceas pentru fiecare cuvânt în modul DMA pe cuvinte multiple |
| 66 | 66 | | | Numărul minim de cicluri de ceas recomandat de producător |
| 67 | 67 | | | Durata minimă a ciclurilor PIO fără controlul fluxului, în nanosecunde |
| 68 | 68 | | | Durata minimă a ciclurilor PIO cu controlul fluxului, în nanosecunde |
| 69 | 79 | | | Rezervat |
| 80 | 80 | | | Numărul major de versiune (03Hex pentru ATA-3) |
| 81 | 81 | | | Numărul minor de versiune |
| 82 | | | | Setul de comenzi este acceptat |
| | | 0 | 1 | Setul de caracteristici SMART este acceptat |
| | | 1 | 1 | Acceptă setul de caracteristici pentru securitate |
| | | 2 | 1 | Acceptă setul de caracteristici pentru mediile amovibile |
| | | 3 | 1 | Acceptă setul de caracteristici pentru gestionarea energiei |
| | 82 | 4-15 | | Rezervat |
| 83 | 83 | 0-13 | | Rezervat |
| | | 14 | 1 | Întotdeauna are valoarea 1 (mai puțin situațiile când nu este raportat) |
| | | 15 | 0 | Întotdeauna are valoarea 0 |
| 84 | 127 | | | Rezervat |
| 128 | | | | Starea de securitate |
| | | 0 | 1 | Securitatea este acceptată |
| | | 1 | 1 | Securitatea este validată |
| | | 2 | 1 | Securitatea este în modul blocat |
| | | 3 | 1 | Securitatea este în modul înghețat |
| | | 4 | 1 | Contorul de securitate a expirat |
| | | 5 | | Rezervat |
| | | 8 | 0 | Nivelul stabilit la securitate sporită (High Security) |

*continuare*

**Tabelul 9.10** Continuare

| *Cuvânt de start* | *Cuvânt de sfârșit* | *Biți* | *Valoare* | *Funcție* |
|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 1 | Nivelul stabilit la securitate maximă (Maximum Security) |
| | 128 | 9-15 | | Rezervat |
| 129 | 159 | | | Informații specifice producătorului |
| 160 | 255 | | | Rezervat |

### S.M.A.R.T.

Standardul ATA include acum un protocol formalizat pentru raportarea datelor S.M.A.R.T., așa cum am arătat în Capitolul 8, „Tehnologii de stocare masivă".

## Standarde

Oficial, cinci versiuni ale standardului ATA au fost oficializate și aprobate de American National Standards Institute (sau vor fi în curând, așa cum se întâmplă în cazul standardului ATA-5). În continuare sunt prezentate standardele oficiale.

### ATA

Interfața AT Attachment originală a fost adoptată de American National Standards Institute sub numele de X3.221-1994. Numele oficial al interfeței este AT Attachment Interface for Disk Drives (Interfața de conectare AT pentru unități de disc).

### ATA-2

Comitetul Small Form Factor a oficializat elementele majore ale inițiativei Fast ATA a firmei Seagate și ale propunerii EIDE a firmei Western Digital sub numele ATA-2. Numele oficial al standardului este AT Attachment Interface with Extensions (Interfața de conectare AT cu extensii) sau ATA-2, respectiv ANSI X3.279-1996.

Principalele elemente suplimentare aduse de standardul ATA-2 sunt modurile de transfer cu viteză mai mare ale interfețelor Fast ATA și EIDE – mai precis PIO Mode 3 și Multi-Word DMA Mode 1, care măresc cam de trei ori vitezele maxime de transfer ale standardului ATA original. În plus, standardul ATA-2 a îmbunătățit comanda Identify Drive (Identificarea unității) astfel încât codul BIOS sau sistemul de operare al PC-ului pot să interogheze unitatea pentru a afla mai multe despre caracteristicile acesteia. În plus, standardul ATA-2 introduce adresarea pe blocuri logice, ca opțiune de localizare a datelor de pe disc.

### ATA-3

Chiar înainte ca ATA-2 să fi fost aprobat ca standard oficial, se lucra la trecerea standardului AT Attachment la viteze și mai mari. O parte a standardului ATA-3 implică creșterea fiabilității interfețelor ATA-2. Specificațiile electrice ale standardului ATA-2 se apropiau de limitele fiabilității la vitezele maxime, deoarece nu țineau seama de caracteristicile cablurilor de interfață. Cablul acționa ca o linie de transmisie, care trebuie să fie echipată cu un terminator pentru a opera corespunzător, dar standardul ATA-2 evita folosirea terminatoarelor, pentru a simplifica lucrurile din punctul de vedere al utilizatorului. Standardul ATA-3 descria un compromis între mijloacele de control asupra semnalelor și caracteristicile „prietenoase" ale cablărilor ATA.

În plus, specificațiile ATA-3 cresc și mai mult viteza de lucru, prin modurile de operare PIO Mode 4 și Multi-word DMA Mode 2. De asemenea, aceste specificații standardizează caracteristicile opționale pentru economisirea energiei și securitate, descrise anterior. Standardul ATA-3 nu schimbă regiștrii, comenzile și protocoalele folosite, așa că noile unități, chiar dacă necesită noi conexiuni, funcționează cu produsele software existente (sisteme de operare și aplicații).

Conform specificațiilor ATA-3, adresarea pe blocuri logice devine obligatorie pentru toate unitățile. Acestea adaugă la standard tehnologia S.M.A.R.T. și definesc protocolul de raportare. De asemenea, adaugă la standard caracteristici de securitate. Numele oficial al standardului este AT Attachment-3 Interface sau ANSI X3.298-1997.

### ATA-4

Principala îmbunătățire adusă de specificațiile ATA-4 a fost adăugarea interfeței pentru pachete, care a reprezentat suportul oficial pentru unitățile de CD-ROM. ATA-4 a adăugat trei moduri de transfer DMA sincrone (0, 1 și 2), care permit transferuri cu viteze până la 33,3 MB/sec prin conexiunile ATA. Cel mai rapid dintre aceste moduri este numit uneori Ultra ATA, UDMA sau, mai recent, UDMA/33. Standardul a fost adoptat oficial în 1998, sub numele ANSI NCITS 317-1998 AT Attachment-4 with Packet Interface Extension.

### ATA-5

În momentul scrierii acestei cărți, standardul ATA-5 este încă într-o formă preliminară. Cea mai importantă îmbunătățire probabilă va fi adăugarea modurilor DMA sincrone 3 și 4, baza unităților de disc ATA/66 sau UDMA/66, capabile să transfere date cu viteze de până la 66 MB/sec. De asemenea, lărgește sistemul de adresare pe blocuri logice, astfel încât să permită accesul la discuri cu orice capacitate imaginabilă, până la 16 mega-tera-octeți.

### ATA pe 32 de biți

Următoarea extensie probabilă a standardului de interfață ATA este trecerea la o magistrală de 32 de biți. Există o propunere de folosire a liniilor suplimentare din cablul ATA/66 cu 80 de conductoare. Dublarea lățimii magistralei conduce automat la dublarea ratei de transfer al datelor prin interfață, ajungându-se la 132 MB/sec.

### Organizații

Standardele ATA sunt publicate și întreținute de American National Standards Institute, Inc., 11 West 42nd Street, New York, NY 10036. Versiunile mai recente ale standardelor ATA au fost pregătite de comitetul tehnic T13 al organizației Accredited Standards Committee NCITS. Comitetul întreține un sit Web, unde publică documentele de lucru și versiunile premergătoare ale standardelor aflate în curs de adoptare, la adresa `www.t13.org`. Standardele aprobate sunt disponibile în forma finală numai la ANSI.

## Compatibilitatea

Ca regulă generală, unitățile ATA acceptă standardul în conformitate cu care au fost construite, precum și toate versiunile anterioare ale standardului ATA. Aceasta înseamnă că puteți să conectați cea mai nouă unitate ATA într-un conector ATA al unui PC antic și să vă așteptați să funcționeze. Similar, puteți să ștergeți pânzele de păianjen de pe unitățile care respectă standardele ATA anterioare, să le instalați în cel mai nou PC și să le faceți să meargă. (S-ar putea să fie nevoie să configurați manual sistemul pentru acceptarea unităților vechi, introducând parametrii necesari în programul de configurare.)

Totuși, dacă instalați o unitate rapidă într-un sistem lent, obțineți o unitate lentă. Interfața nu are puteri magice și este restricționată de tehnologia cea mai veche din sistem. Instalați cea mai nouă unitate ATA/66 într-un PC vechi și s-ar putea să obțineți o unitate care funcționează numai în modurile PIO. Mai rău, dacă sistemul nu recunoaște adresarea pe blocuri logice, s-ar putea să aveți acces doar la o parte din capacitatea unității de disc.

Unitățile conforme cu standardele Fast ATA, EIDE, UDMA și UDMA/66 sunt complet compatibile înapoi cu toate adaptoarele gazdă AT Attachment. Puteți să instalați cea mai nouă unitate în aproape orice PC vechi și să îl faceți să funcționeze. Numai cele mai vechi PC-uri – produse înainte de 1990 – s-ar putea comporta incorect la instalarea discurilor ATA. Totuși, pentru a beneficia de vitezele potențiale mai mari, întreg sistemul de susținere a unității trebuie să corespundă nivelului de standard al unității. Cu alte cuvinte, trebuie să vă asigurați că circuitele adaptorului gazdă al PC-ului, codul BIOS și driverul corespund standardului de viteză pe care vreți să îl folosiți.

În general, puteți să combinați pe același cablu unități cu diferite viteze. Deoarece interfața ATA tratează individual fiecare tranzacție, unitățile ar trebui să opereze la vitezele maxime de care sunt capabile în sistemul respectiv. Rețineți că interfața UDMA/66 are propriile cerințe de cablare. Pentru operarea la viteze maxime, aveți nevoie de un cablu corespunzător, deși aceste unități funcționează și cu cablurile mai vechi, dar la viteze mai mici, așa cum veți vedea în secțiunea următoare.

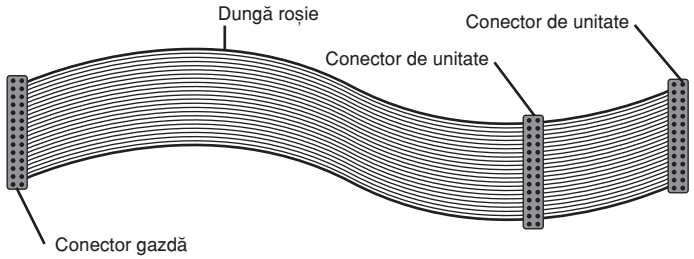
## Cablare

Schema AT Attachment simplifică și modalitățile de cablare. În schema ATA, litera alocată unității este stabilită de unitatea de disc, nu de cablu. (Rețineți că unele sisteme BIOS și familia de sisteme de operare Windows NT vă permit să modificați alocările stabilite de dispozitive.) Toate semnalele din cablu sunt extinse la fiecare dintre cele două unități care ar putea fi atașate la un singur conector gazdă. Ambele unități care pot fi conectate la un port gazdă AT Attachment printr-un cablu primesc aceleași semnale pe aceiași pini. Nu trebuie încrucișate fire în cablu pentru a diferenția unitățile, așa cum se întâmplă în cazul conectării unităților de dischetă. Semnalele de la și către unitățile de disc individuale conectate la interfața AT Attachment sunt diferențiate prin semnale de control și prin sincronizare.

Cablurile AT Attachment standard arată precum cel din Figura 9.1. Acesta este un cablu de tip panglică cu 40 de conductori și trei conectoare identice. Cablurile obișnuite au două conectoare mai apropiate la un capăt al cablului și un singur conector la celălalt capăt. Perechea de conectoare de la un capăt este destinată unităților de disc; conectorul solitar de la celălalt capăt este legat la placa de bază a PC-ului sau la adaptorul gazdă pentru hard-discuri. De fapt, deoarece conectoarele sunt identice, puteți să le conectați oricum la dispozitive – în definitiv, semnalele sunt aceleași – dar acesta este modul obișnuit de folosire, datorită poziției fizice pe cablu.

Noile moduri UDMA 3 și 4 necesită frecvențe atât de mari, încât cablurile ATA convenționale pot să lucreze cel mult la limită. Pentru a controla calitatea semnalelor în acest moduri de viteză mare, inginerii au dezvoltat un cablu special, cu 80 de conductoare. Fiecare al doilea conductor din cablu este conectat la masă, astfel încât există întotdeauna o linie de masă între două semnale active din cablu. Liniile de masă ecranează semnalele active și sunt legate împreună în conectorul de pe cablu.

**FIGURA 9.1**
*Un cablu AT Attachment.*

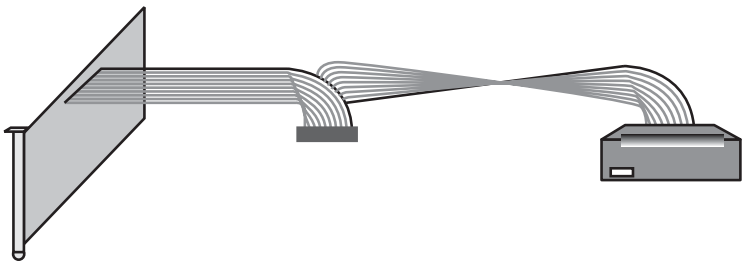



Cele mai multe cabluri AT Attachment au o dungă roșie pe una dintre margini. Acest marcaj corespunde pinului 1 de pe conectorul ATA (a se vedea secțiunea „Conectorul cu 40 de pini", ceva mai târziu în acest capitol). Deși cablurile AT Attachment au deseori o cheie formată prin blocarea pinului 20 și îndepărtarea pinului corespunzător de pe adaptorul gazdă sau de pe conectorul hard-discului, această cheie lipsește uneori și nimic nu vă împiedică să inversați conectorul. Ghidându-vă după marginea roșie, puteți să aliniați conectorul, chiar și fără cheie.

## Conectarea unei singure unități

Deși semnalele logice se află în aceeași poziție pe ambele conectoare de pe cablul AT Attachment, frecvența mare face semnalele dependente de încărcare. Cu alte cuvinte, caracteristicile electrice ale semnalelor variază în funcție de conectorul la care legați unitatea. Dacă aveți o singură unitate, puteți să o conectați la oricare dintre cele două conectoare ale cablului, dar rezultatele vor fi mai sigure dacă folosiți conectorul de la capătul cablului, așa cum se poate vedea în Figura 9.2. În acest caz conductoarele vor fi terminate corespunzător chiar de unitate.

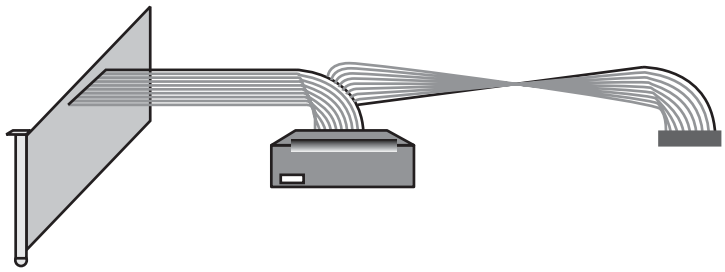
**FIGURA 9.2**
*Conectarea recomandată a unei singure unități la un cablu AT Attachment.*



Atunci când folosiți numai conectorul de la mijlocul cablului ATA, dincolo de dispozitivul conectat rămâne un capăt de cablu, așa cum se poate vedea în Figura 9.3. Acest capăt de cablu este *neterminat*, deoarece nu este conectat la circuite care să absoarbă semnalele ajunse la conector. Deoarece această schemă de conectare cauzează degradarea calității semnalelor de pe conectorul de la mijlocul cablului, nu este recomandată pentru atașarea unei singure unități.

Problema este generată de natura semnalelor electrice. Semnalele nu se opresc complet la unitatea conectată la mijlocul cablului. O parte a semnalului parcurge restul cablului și se reflectă la capătul neterminat. Semnalul reflectat se întoarce pe același drum și se combină cu semnalul de pe conectorul de la mijlocul cablului. Din cauza timpului necesar pentru parcurgerea înainte și înapoi a capătului de cablu, semnalul reflectat nu este o imagine în oglindă a semnalului de pe conectorul de la mijloc. În timpul necesar parcurgerii cablului, semnalul util de pe conector se modifică. Ca rezultat, combinarea celor două semnale poate avea rezultate neprevăzute. Zgomotul rezultat poate să interfereze cu semnalul util de pe conectorul unității.

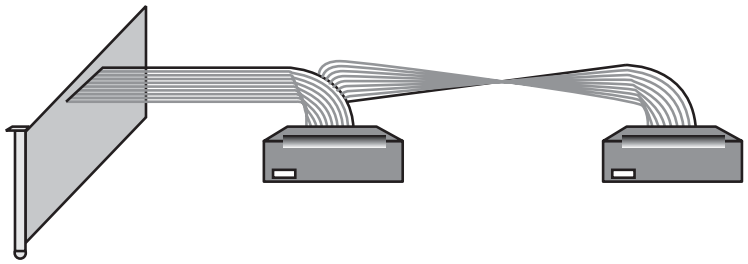
**FIGURA 9.3**
*Conectarea incorectă a unei singure unități la un cablu AT Attachment.*



## Conectarea a două unități

Conectarea a două unități la un cablu AT Attachment elimină problemele electrice. Obligatoriu, la capătul cablului va fi conectată o unitate care va asigura terminarea corespunzătoare a conductoarelor, așa cum se poate vedea în Figura 9.4.

**FIGURA 9.4**
*Două unități conectate la un singur adaptor gazdă AT Attachment.*



Dacă la un port AT Attachment sunt conectate două unități, acestea nu se comportă ca și cum ar fi egale. Una dintre acestea este declarată ca master, iar cealaltă ca slave. Aceste nume sunt alese numai pentru convenienţă. Unitatea master nu controlează unitatea slave. Singura funcție de nivel superior a unității master este decodarea semnalelor pentru ambele unități conectate pe același cablu.

Orice unitate AT Attachment poate fi master sau slave. Funcția fiecărei unități este determinată de jumperele de configurare ale unității. Dacă jumperul este într-o poziție, unitatea se comportă ca master. Dacă jumperul este în cealaltă poziție, unitatea se comportă ca slave. Poziția în care este conectată unitatea la cablul AT Attachment nu are nici o importanță, deoarece semnalele sunt identice pe toate conectoarele de pe cablu.

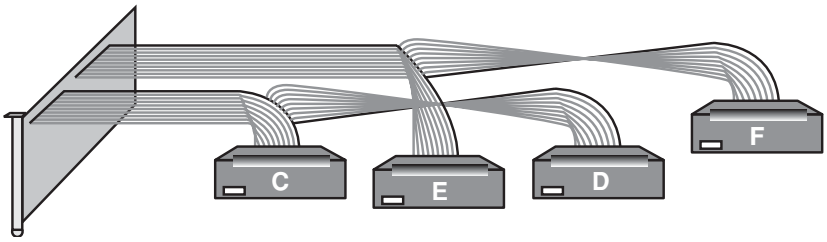
La un port AT Attachment pot fi conectate o singură unitate master și o singură unitate slave, așa că cele două unități de pe un cablu AT Attachment trebuie să aibă jumperele corect configurate pentru ca sistemul să funcționeze. Cele mai multe unități sunt livrate cu jumperele poziționate astfel încât unitatea de disc se comportă ca master, așa că nu trebuie să configurați decât a doua unitate pe care o atașați la cablu.

## Conectarea a trei sau patru unități

Unele adaptoare gazdă pentru interfața ATA vă permit să conectați mai mult de două unități. Acestea adaugă în sistem propriul cod BIOS, astfel încât sistemul să poată recunoaște mai mult de două unități. Din punct de vedere electric, aceste adaptoare gazdă asigură două interfețe ATA izolate, fiecare cu propriile unități master și slave, așa cum se poate vedea în Figura 9.5.

Rețineți că literele folosite în figura de mai sus sunt doar exemple. Literele alocate unităților nu corespund pozițiilor de pe un cablu, deși unitățile C și D trebuie să se afle pe cablul conectat la portul ATA principal, iar unitățile E și F pe cablul conectat la portul secundar.

**FIGURA 9.5**
*Patru unități conectate la un adaptor gazdă ATA-2.*



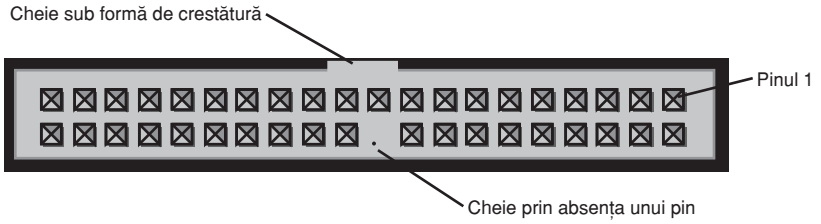

## Conectoare

Standardul AT Attachment permite folosirea a două tipuri principale de conectoare. În aplicațiile obișnuite, unitățile de 3,5 inci sau mai mari folosesc conectoare cu 40 de pini, iar unitățile de 2,5 inci sau mai mici folosesc conectoare cu 50 de pini, care pe lângă semnalele normale includ conductoare de alimentare și semnalele de diferențiere a unităților master/slave. Unitățile AT Attachment atașate în sloturi PC Card folosesc un alt tip de conector, definit de standardul PC Card.

### Conectorul cu 40 de pini

Conectorul ATA standard aflat în partea din spate a celor mai multe unități de 3,5 inci interne este un simplu jack cu 40 de pini, de obicei două rânduri de 20 de pini (cu un interval de 0,1 inci între pini) înconjurate de o margine de plastic. Acest conector permite folosirea a două tipuri de chei pentru a împiedica atașarea incorectă a cablului. Cheia prevăzută de standardul ATA se obține prin eliminarea unui pin. Pinul 20 lipsește din jack și gaura corespunzătoare din conectorul de pe cablu este blocată, împiedicând atașarea incorectă a conectorului. În plus, cele mai multe conectoare ATA au o crestătură în partea de sus a marginii de plastic, corespunzătoare unei urechiușe de pe conectorul pereche. Figura 9.6 prezintă ambele tipuri de chei.

**FIGURA 9.6**
*Conector ATA cu 40 de pini folosit pentru unitățile de 3,5 inci sau mai mari.*




Din nefericire, multor conectoare ATA le lipsesc ambele tipuri de chei. Crestătura din mufele jack ale unităților de disc nu este impusă de specificațiile ATA. În plus, multe conectoare de pe cablurile ATA, dacă nu chiar aproape toate, nu au gaura corespunzătoare pinului 20 blocată. Singura modalitate de a asigura conectarea corectă a unei unități ATA este să orientați cablul astfel încât conductorul colorat să fie în dreptul pinului 1.

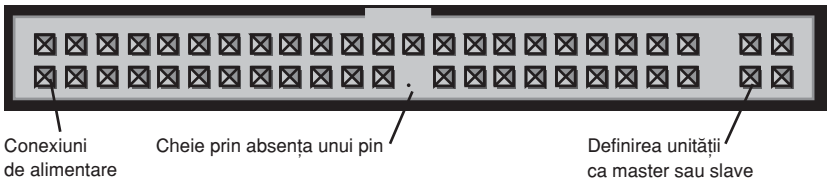
Dispozitivele care folosesc conectoare ATA cu 40 de pini au nevoie de o conexiune suplimentară de alimentare. De obicei, aceasta se face printr-un conector convențional cu patru fire sau un conector de alimentare miniaturizat. Unele unități sunt echipate cu ambele tipuri de conectoare pentru alimentare.

### Conectorul cu 44 de pini

Conectorul cu 44 de pini folosit pentru unitățile de dimensiuni mai mici este asemănător cu conectorul cu 40 de pini, dar este mai mic. Intervalele între pinii individuali măsoară doi milimetri (adică 0,079 inci). Pinul 20 este folosit în continuare drept cheie. Pinii de la 41 la

44 sunt folosiți pentru alimentare. De fapt, cele mai multe unități de dimensiuni mici folosesc conectoare cu 50 de pini. La celălalt capăt al conectorului se află alți șase pini (numerotați de la A la F), care nu se conectează la cablu. Primii patru dintre aceștia sunt folosiți pentru jumperele care definesc unitatea ca master sau slave. Ultimii doi pini (E și F) sunt omiși, având rol de cheie și asigurând spațiul pentru marginea conectorului pereche. Figura 9.7 prezintă împărțirea funcțională a acestui conector.

**FIGURA 9.7**
*Conectorul ATA cu 50 de pini folosit pentru unitățile de 2,5 inci sau mai mici.*




Marginea care înconjoară conectorul nu este specificată de standardul ATA. Cele mai multe unități de disc omit această margine și folosesc doar două rânduri simple de pini.

### Conectorul cu 68 de pini

Hard-discurile integrate pe plăcile PC Card folosesc conectorul standard al acestora pentru toate funcțiile. Acest conector, despre care am discutat în Capitolul 7, „Magistrala de extensie“, include semnalele de date, de control și de alimentare pe cei 68 de pini.

Sincronizarea și lățimea magistralei oferită de interfața PC Card limitează performanțele hard-discurilor miniaturizate. Probabil implementările viitoare vor respecta specificațiile CardBus pentru a folosi lărgimea de bandă a magistralei PCI, utilizând același conector de 68 de pini.

## Semnalele și funcționarea

În forma cea mai pură, o unitate cu interfață AT ar putea fi instalată direct într-un slot de extensie din PC – o placă hard-disc. Unitatea ar folosi exact aceleași semnale ca orice altă placă de extensie și exact același conector. În definitiv, magistrala de extensie este adevărata interfață AT.

Unitățile cu interfață ATA existente sunt puțin diferite. În ciuda numelui interfeței, unitățile care respectă specificațiile ATA nu folosesc o conexiune directă la magistrala de extensie ISA standard. Aceste unități sunt atașate la un conector special, ale cărui semnale sunt diferite de cele transportate de magistrala ISA.

Una dintre cauzele acestei diferențe este faptul că magistralele de extensie din interiorul calculatoarelor nu sunt proiectate pentru conectarea cablurilor. Circuitele acestor magistrale nu sunt optimizate pentru transmiterea semnalelor în afara plăcii de bază. Mai mult, probabil nici nu doriți să instalați un hard-disc de 5,25 inci direct într-un slot de extensie – mai ales dacă vreți să extindeți ulterior sistemul. Unitatea montată astfel ar fi prea incomodă și prea mare.

Interfața pentru unitățile ATA folosește un conector special de pe placa de bază a PC-urilor compatibile cu standardul ATA. O altă soluție este folosirea unei mici plăci gazdă (pentru care numele de controller nu este potrivit, deoarece circuitele electronice de control sunt incluse în unitate) – de exemplu, pentru implementarea unor caracteristici speciale (noi moduri de transfer sau posibilități RAID).

Interfața AT pentru hard-discuri nu are ca scop compatibilitatea la nivel de semnale cu magistrala ISA. Semnalele de magistrală sunt modificate pentru a permite un acces mai extins și pentru reducerea complexității. Pentru funcționarea unui hard-disc nu aveți

nevoie de toate cele 98 de conexiuni ale magistralei de extensie ISA. În mod normal, hard-discurile nu sunt dispozitive mapate în memorie, așa că nu este necesar controlul asupra tuturor celor 24 de linii de adrese ale magistralei AT.

În locul accesului direct la liniile de adrese ale interfeței AT, cablul care ajunge la hard-discuri este conectat la circuite logice de decodare a adreselor. Datorită acestor circuite, la unitate ajung numai semnalele trimise la adresele folosite pentru controlul hard-discului. Ca urmare, liniile de adrese nu mai sunt necesare. Adresele reale folosite de conexiunile interfeței ATA nu fac parte din specificații, fiind stabilite de circuitele și codul BIOS ale calculatorului gazdă.

Pe lângă logica de decodare a adreselor, interfața ATA include și buffere, care permit semnalelor să traverseze în siguranță cablul până la unitatea de disc. Datorită vitezei relativ mari a acestor semnale (corespunzătoare frecvenței de ceas de 8 MHz a magistralei de extensie ISA) lungimea cablului de conectare este sever restricționată. Conform specificațiilor ATA, lungimea cablurilor de semnal este limitată la 18 inci.

Specificațiile ATA inițiale reduc numărul de pini, de la cei 98 folosiți de conectoarele magistralei ISA la un singur conector cu 40 de pini. Tabelul 9.11 prezintă alocarea semnalelor pentru acest conector.

**Tabelul 9.11** Alocarea pinilor pentru conectorul AT Attachment (IDE) cu 40 de pini

| *Pin* | *Funcție* | *Pin* | *Funcție* |
|---|---|---|---|
| 1 | RESET- | 2 | Masă |
| 3 | Linie de date 7 | 4 | Linie de date 8 |
| 5 | Linie de date 6 | 6 | Linie de date 9 |
| 7 | Linie de date 5 | 8 | Linie de date 10 |
| 9 | Linie de date 4 | 10 | Linie de date 11 |
| 11 | Linie de date 3 | 12 | Linie de date 12 |
| 13 | Linie de date 2 | 14 | Linie de date 13 |
| 15 | Linie de date 1 | 16 | Linie de date 14 |
| 17 | Linie de date 0 | 18 | Linie de date 15 |
| 19 | Masă | 20 | (pin cheie) |
| 21 | DMARQ | 22 | Masă |
| 23 | DIOW- | 24 | Masă |
| 25 | DIOR- | 26 | Masă |
| 27 | IORDY | 28 | PSYNC:CSEL |
| 29 | DMACK- | 30 | Masă |
| 31 | INTRQ | 32 | IOCS16- |
| 33 | DA1 | 34 | PDIAG- |
| 35 | DAO | 36 | DA2 |
| 37 | CS1FX- | 38 | CS3FX- |
| 39 | DASP- | 40 | Masă |

Pe lângă cei 16 biți de date (unele unități cu interfață ATA și adaptoare gazdă pot folosi numai 8 biți, așa cum unele plăci de extensie au conectoare pe 8 biți) sunt asigurate și multe alte semnale de control. Aceste semnale manipulează funcțiile unității ATA prin intermediul regiștrilor de intrare/ieșire din circuitele de control ale unității. Printre aceste semnale de control se numără cele care cer citirea sau scrierea datelor, executarea transferurilor DMA, verificarea rezultatelor unor operații de diagnosticare sau care indică unitatea ce trebuie să execute o anumită funcție. De asemenea, interfața AT furnizează un semnal de sincronizare a rotației („spindle sync"), astfel încât discurile din cele două unități se rotesc sincronizat, condiție impusă de unele implementări ale matricelor de discuri.

Conectorul cu 44 de pini folosit de unitățile de 2,5 inci adaugă trei conexiuni de alimentare și un pin de codare. Conectorul cu 50 de pini, folosit de fapt de cele mai multe unități de disc, permite producătorilor să aloce în moduri specifice patru pini – de obicei pentru a indica starea de master sau slave a unei anumite unități. Tabelul 9.12 prezintă alocarea pinilor pentru conectoarele AT Attachment cu 44 sau 50 de pini.

**Tabelul 9.12** Alocarea pinilor pentru conectoarele AT Attachment cu 44 sau 50 de pini

| *Pin* | *Funcție* | *Pin* | *Funcție* |
|---|---|---|---|
| A | Definit de producător | B | Definit de producător |
| C | Definit de producător | D | Definit de producător |
| E | (pin cheie) | F | (pin cheie) |
| 1 | RESET- | 2 | Masă |
| 3 | Linie de date 7 | 4 | Linie de date 8 |
| 5 | Linie de date 6 | 6 | Linie de date 9 |
| 7 | Linie de date 5 | 8 | Linie de date 10 |
| 9 | Linie de date 4 | 10 | Linie de date 11 |
| 11 | Linie de date 3 | 12 | Linie de date 12 |
| 13 | Linie de date 2 | 14 | Linie de date 13 |
| 15 | Linie de date 1 | 16 | Linie de date 14 |
| 17 | Linie de date 0 | 18 | Linie de date 15 |
| 19 | Masă | 20 | (pin cheie) |
| 21 | DMARQ | 22 | Masă |
| 23 | DIOW- | 24 | Masă |
| 25 | DIOR- | 26 | Masă |
| 27 | IORDY | 28 | PSYNC:CSEL |
| 29 | DMACK- | 30 | Masă |
| 31 | INTRQ | 32 | IOCS16- |
| 33 | DA1 | 34 | PDIAG- |
| 35 | DAO | 36 | DA2 |

| *Pin* | *Funcție* | *Pin* | *Funcție* |
|---|---|---|---|
| 37 | CS1FX- | 38 | CS3FX- |
| 39 | DASP- | 40 | Masă |
| 41 | +5V (Logic) | 42 | +5V (Motor) |
| 43 | Masă (Retur) | 44 | Tip (0=ATA) |

Indiferent de conectorul folosit de o unitate de disc, funcțiile asociate fiecărui pin rămân neschimbate. Șapte dintre conexiunile interfeței AT Attachment (numerele 2, 19, 22, 24, 26, 30 și 40) sunt legate la masă și sunt împărțite printre celelalte semnale pentru a asigura într-o oarecare măsură separarea semnalelor. Alți 16 pini (de la 3 la 18) sunt dedicați magistralei de date ATA pe 16 biți.

În afara sistemului de conectare pe 16 biți folosit de toate dispozitivele actuale, specificațiile AT Attachment permit și conectarea prin interfață a dispozitivelor pe 8 biți. Astfel de sisteme cu magistrală îngustă folosesc numai pinii impari din secvența standard.

Ceilalți 16 pini din conectorul standard cu 40 de pini sunt folosiți pentru diferite funcții de control, cum ar fi manipularea operațiilor de citire și de scriere a datelor, executarea transferurilor DMA și coordonarea operării a două unități.

Semnalele AT Attachment legate direct de controlul transferurilor de date prin interfață folosesc conexiuni dedicate. Comenzile către unitate și răspunsurile acesteia (inclusiv indicațiile de eroare) sunt transmise prin 17 regiștri de 8 biți.

Cele două unități acceptate de standardul AT Attachment partajează toate conexiunile și recepționează toate semnalele transmise prin interfață, fără discriminare. Pentru identificarea unității care trebuie să reacționeze la o anumită comandă, interfața AT Attachment folosește un registru special de control. Același registru determină și capul, pista și sectorul care trebuie să fie folosite la un moment dat.

Șapte semnale sunt folosite pentru selectarea regiștrilor. Regiștrii sunt împărțiți în două grupuri: regiștrii pentru blocurile de control (Control Block Registers) și regiștrii pentru blocurile de comandă (Command Block Registers), indicate de două semnale ale interfeței. Activarea semnalului Drive Chip Select 0 (pinul 37) selectează regiștrii pentru blocurile de control. Activarea semnalului Drive Chip Select 1 (pinul 38) selectează regiștrii pentru blocurile de comandă. Dacă este activ semnalul Drive I/O Write signal (pinul 23), regiștrii care acceptă comenzi de la sistemul gazdă sunt accesibili prin liniile de date ale interfeței. Dacă este activ semnalul Drive I/O Read (pinul 25), regiștrii indică prin liniile de date starea unității.

Magistrala de adrese (Address Bus) a unității, cu semnale numerotate de la 0 la 2 și localizată pe pinii 35, 33 și 36 (împreună cu celelalte semnale), selectează un registru, făcându-l accesibil prin liniile de date. Standardul AT Attachment definește doi regiștri de citire și un registru de scriere pentru blocurile de control, precum și șapte regiștri de citire și șapte regiștri de scriere pentru blocurile de comandă. Dintre aceștia, un registru de scriere pentru blocurile de comandă selectează unitatea activă și capul de citire/scriere (sunt permise până la 16 capete). Doi regiștri selectează pista (până la 65.536 de piste pe un disc), un registru selectează sectorul de la care începe scrierea sau citirea și un alt registru specifică numărul de piste care urmează să fie scrise sau citite. Regiștrii de citire indică unitatea și capul de citire/scriere active, precum și capul și pista scanate. Alți regiștri furnizează informații de stare și definesc erorile care apar în timpul funcționării unității de disc.

Numărul de biți din regiștri stabilește limitele logice pentru dimensiunea dispozitivului: cel mult 16 capete, 65.536 de piste și 256 de sectoare pe fiecare pistă. Deoarece multe PC-uri nu pot să folosească mai mult de 1.024 de piste, capacitatea maximă practică a unei unități AT Attachment este de 2.147.483.648 octeți (2 GB).

În timpul transferurilor active de date sunt folosite semnale separate de validare care indică faptul că datele către sau dinspre unitate sau valorile din regiștrii de control sunt valide și pot fi folosite. Frontul descendent al semnalului Drive I/O Read (pinul 25) indică prezența pe magistrala sistemului gazdă a unor date valide citite de pe disc. Frontul descendent al semnalului Drive I/O Write (pinul 23) indică prezența pe magistrală a unor date valide care trebuie să fie scrise pe disc.

Semnalul Drive 16-bit I/O (pinul 32) indică dacă transferul datelor se face pe 8 sau pe 16 biți. Semnalul este activ atunci când transferul se face pe 16 biți.

În mod normal, transferurile AT Attachment se fac prin intrări/ieșiri programate (PIO), modul standard de operare folosind codul BIOS pentru hard-discurile ATA. Totuși, standardul AT Attachment acceptă opțional și transferurile prin acces direct la memorie (Direct Memory Access). Dialogul de confirmare în timpul transferurilor de date DMA este controlat de două semnale. Unitatea de disc semnalează că este gata să citească datele și să le transfere în modul DMA prin activarea semnalului DMA Request (pinul 21). Calculatorul gazdă confirmă posibilitatea de acceptare a datelor prin activarea semnalului DMA Acknowledge (pinul 29). Dacă sistemul gazdă nu poate accepta toate datele imediat, semnalul DMA Acknowledge (Confirmare DMA) este dezactivat până când pot fi recepționate noi date.

În operațiile de scriere DMA, PC-ul gazdă folosește semnalul DMA Acknowledge ca să indice disponibilitatea datelor pe magistrală iar unitatea activă folosește semnalul DMA Request (Cerere DMA) pentru dialogul de confirmare prin care controlează fluxul de date. Semnalele Drive I/O Read și Drive I/O Write indică direcția fluxului de date (respectiv citirea sau scrierea pe disc).

O unitate de disc AT Attachment poate întrerupe activitatea curentă a calculatorului gazdă prin activarea semnalului Drive Interrupt (pinul 31). În timpul transferurilor PIO, unitatea generează o întrerupere la începutul fiecărui bloc de date (de obicei de mărimea unui sector) care urmează să fie transferat. În timpul transferurilor DMA, semnalul este folosit numai pentru a indica terminarea operației de transfer. Numărul întreruperii folosite este determinat de circuitele calculatorului gazdă.

Unitatea poate semnala calculatorului gazdă faptul că nu este pregătită să prelucreze o cerere de citire sau de scriere cu ajutorul semnalului I/O Channel Ready (pinul 27). În mod normal, acest semnal este activat; unitatea de disc îl dezactivează atunci când nu poate răspunde imediat la o cerere de transferare a datelor.

Semnalul Drive Reset (pinul 1) determină reinițializarea unității de disc la starea de la punerea sub tensiune, ignorând transferurile aflate în curs de desfășurare și cauzând pierderea informațiilor din regiștri (care revin la valorile prestabilite). În mod normal, unitatea este activată pentru o perioadă scurtă (cel puțin 25 de microsecunde) la pornirea calculatorului, astfel încât unitatea să se auto-inițializeze. Activarea ulterioară a semnalului anulează comenzile aflate în curs de desfășurare și reinițializează unitatea.

Semnalul Passed Diagnostics (pinul 34) este folosit de unitatea slave pentru a indica PC-ului gazdă faptul că rulează procedurile de diagnosticare. Cuvântul Passed (Trecut) din numele acestui semnal nu înseamnă că diagnosticarea s-a terminat cu succes, ci doar că

rezultatele acesteia pot fi transmise către sistemul gazdă. Rezultatele reale (ca și comanda de executarea a procedurilor de diagnosticare) sunt transmise prin registrii AT Attachment.

Semnalul Spindle Sync/Cable Select (pinul 28) poate fi folosit, în funcție de opțiunea producătorului, pentru sincronizarea mișcării de rotație a discurilor (lucru cerut de unele tehnologii de realizare a matricelor de discuri) sau pentru identificarea unității ca master sau slave prin intermediul semnalelor de pe cablu, în locul jumperelor sau comutatoarelor unității. Atunci când este folosit ca semnal de sincronizare, unitatea master generează pe această linie un impuls periodic (de obicei câte un impuls la fiecare rotație completă a discului, deși modul de sincronizare este lăsat la latitudinea producătorului) iar unitatea slave folosește acest semnal pentru a se sincroniza cu unitatea master. Atunci când această conexiune este folosită ca semnal de selectare, conectarea la masă a pinului 28 determină unitatea respectivă să funcționeze ca master (unitatea 0), iar lăsarea în aer a pinului determină unitatea să se comporte ca slave (unitatea 1).

Un singur semnal, numit Drive Active/Drive 1 Present (Unitate activă/Unitatea 1 prezentă), pe pinul 39, indică faptul că una dintre unitățile de disc este activă (de exemplu, pentru aprinderea indicatorului luminos de pe panoul central). Același pin este folosit de sistemul gazdă la pornirea calculatorului pentru a determina dacă la interfața AT Attachment sunt conectate două unități sau numai una. Unitatea identificată ca slave are la dispoziție un interval de 400 de milisecunde pentru a activa pe această linie un semnal prin care își indică prezența. După un interval de 450 de milisecunde, unitatea master activează acest semnal ca să își indice prezența. Unitatea master dezactivează semnalul și îl convertește la funcția de semnalizare a activității atunci când primește prima comandă de la calculatorul gazdă sau după un interval de 31 de secunde.

Standardul AT Attachment nu definește toate aspectele conectării unităților. Mai important decât atât, standardul nu guvernează decât conexiunea dintre PC și unitate. Tot ce se întâmplă deasupra – adică în calculatorul gazdă – este lăsat în seama celui care proiectează PC-ul. Standardul AT Attachment nu specifică localizarea logică a regiștrilor de control. Logica de decodare care determină aceste valori face parte din circuitele adaptorului gazdă instalat în PC. Codul BIOS al sistemului (sau codul BIOS suplimentar) furnizează informațiile necesare pentru stabilirea legăturii.

Codul BIOS este critic pentru funcționarea corespunzătoare a unităților de disc AT Attachment. Unele coduri BIOS mai vechi nu pot să controleze corect unitățile de disc AT Attachment. În particular, cipurile AMI BIOS produse înainte de 9 aprilie 1990 nu sunt complet compatibile. Pentru folosirea unei unități de disc AT Attachment într-un astfel de sistem trebuie să înlocuiți cipul BIOS.

## Interfața logică

Interfața AT Attachment realizează legătura logică cu restul PC-ului prin intermediul unor regiștri. Standardul AT Attachment nu specifică adresele de porturi folosite de acești regiștri. Localizarea regiștrilor este stabilită de producătorul codului BIOS și de proiectantul setului de cipuri folosit de PC. Regiștrii se află de obicei în interiorul setului de cipuri de pe placa de bază, iar codul BIOS trebuie scris astfel încât să cunoască acest lucru. Adaptoarele gazdă instalate suplimentar includ regiștri proprii și adaugă codul BIOS corespunzător.

Nu este nevoie ca aplicațiile și sistemele de operare care folosesc codul BIOS să cunoască localizarea acestor porturi. Driverele software ale sistemelor de operare care ocolesc codul BIOS trebuie să fie scrise ținând seama de adresele corespunzătoare ale regiștrilor.

## Adresele regiștrilor

Cei mai mulți producători de seturi de cipuri folosesc aceleași adrese pentru porturile de intrare/ieșire utilizate pentru comunicarea cu interfețele AT Attachment. Ca urmare, un singur set de adrese a devenit standardul de facto pentru aproape toate PC-urile. Tabelul 9.13 prezintă aceste adrese de regiștri.

**Tabelul 9.13** Regiștrii portului principal AT Attachment al sistemului gazdă

| *Registru* | *Funcție de citire* | *Funcție de scriere* |
|---|---|---|
| 01F0h | Date citite | Date pentru scriere (16 biți) |
| 01F1h | Registru de eroare | Stabilirea caracteristicilor (Set Features Data) |
| 01F2h | Starea numărătorului de sectoare | Numărul de sectoare care urmează să fie scrise |
| 01F3h | Sector de început | Sector de scriere |
| 01F4h | Poziția cilindrului de citire (partea mai puțin semnificativă) | Poziția cilindrului de scriere (partea mai puțin semnificativă) |
| 01F5h | Poziția cilindrului de citire (partea mai semnificativă) | Poziția cilindrului de scriere (partea mai semnificativă) |
| 01F6h | Selectarea capului/dispozitivului de citire | Selectarea capului/dispozitivului de scriere |
| 01F7h | Starea dispozitivului (Device Status) | Comanda dată dispozitivului (Device Command) |
| 03F6h | Starea alternativă (Alternate Status) | Controlul dispozitivului (Device Control) |
| 03F7h | Adresa unității de disc (Drive Address) | |

## Adaptoare gazdă secundare

Cele mai multe adaptoare gazdă moderne includ un port secundar – un conector suplimentar care permite cuplarea unui cablu pentru încă două dispozitive ATA. În cele mai multe sisteme, portul principal respectă unul dintre standardele avansate (cum ar fi EIDE), iar portul secundar oferă numai performanțele de viteză mai mici ale standardului ATA, singura îmbunătățire fiind specificațiile ATAPI pentru conectarea unei unități de CD. Modelul interfeței ATA impune un set separat de porturi de intrare/ieșire pentru comunicarea cu cea de-a doua conexiune.

Localizarea logică a porturilor folosite de cele două adaptoare gazdă AT Attachment nu este fixă și poate fi stabilită în unul dintre domeniile de valori selectate de producător. Adresele porturilor de intrare/ieșire selectate trebuie să fie reflectate de rutinele BIOS pentru întreruperea 13(Hex) și de driverele software folosite pentru controlul plăcii. Cu toate acestea, cei mai mulți dintre producători folosesc aceleași porturi și întreruperi pentru adaptoarele AT Attachment primar și secundar. Tabelul 9.14 prezintă domeniile de adrese și întreruperile alocate porturilor AT Attachment.

**Tabelul 9.14** Alocarea tipică a porturilor și întreruperilor pentru interfața AT Attachment

| *Numărul interfeței* | *Principală (CS0)* | *Secundară (CS1)* | *Număr IRQ* |
|---|---|---|---|
| 1 | 01F0h-01F7h | 03F6h-03F7h | 14 |
| 2 | 0170h-0177h | 0376h-0377h | 15 sau 10 |
| 3 | 01E8h-01EFh | 03EEh-03EFh | 12 sau 11 |
| 4 | 0168h-016Fh | 036Eh-036Fh | 10 sau 9 |

În fiecare domeniu de adrese, funcțiile celor opt porturi de intrare/ieșire respectă alocările din Tabelul 9.13 (tabelul anterior).

# SCSI

Pronunțat „scazi“ de cei mai mulți dintre cei cu ocupații în domeniul calculatoarelor (sau chiar, mai rar, „sexi“ de susținătorii cei mai înfocați), SCSI este o interfață la nivel de sistem care oferă o magistrală completă de extensie pentru conectarea echipamentelor periferice. SCSI nu este o simplă conexiune care leagă câteva dispozitive la PC. SCSI funcționează ca o submagistrală. Dispozitivele SCSI pot schimba date între ele fără intervenția microprocesorului. De fapt, dispozitivelele de pe magistrala SCSI pot continua să schimbe date chiar și în timp ce pe magistrala obișnuită a calculatorului gazdă se desfășoară alte operații de transfer.

Inițial o simplă modalitate de conectare a hard-discurilor la minicalculatoare, SCSI a evoluat într-un sistem complet de interconectare, care poate lega unități de hard-disc, unități de CD-ROM, scannere și chiar matrice de hard-discuri la orice tip de calculator.

## Elemente de bază

În cea mai recentă formă, SCSI este un sistem cu o mare acoperire, atât din punct de vedere hardware, cât și software. Acesta nu este un singur standard, ci un grup legat printr-un set comun de comenzi. Atunci când vorbesc despre SCSI, cei mai mulți oameni se referă la conexiunea hardware, care în termeni tehnici este numită *interfața paralelă SCSI*. Deși această interfață este numai o manifestare fizică a sistemului SCSI, este aspectul cel mai des întâlnit în calculatoarele personale. Totuși, SCSI înseamnă ceva mai mult decât conectorul din spatele hard-discurilor.

Sistemul SCSI actual este o ierarhie pe trei straturi. Stratul superior este o structură de comandă care permite PC-ului să controleze toate componentele hardware SCSI. Acesta este domeniul driverului software din interiorul PC-ului. Stratul de mijloc include protocolul, structura software folosită pentru transportul comenzilor prin sistemul SCSI către diferitele dispozitive SCSI. Acesta este codul generat de driverul software al PC-ului, care traversează sistemul SCSI hardware și este interpretat de fiecare dispozitiv SCSI. Stratul inferior este format din componentele hardware – porturile, cablurile și conectoarele care leagă împreună dispozitivele SCSI. Acesta este principalul nivel de interes pentru dumneavoastră, deoarece vă solicită să interveniți direct. Pentru a asigura funcționarea sistemului SCSI trebuie să conectați corespunzător toate dispozitivele hardware. După ce ați instalat driverele SCSI, toată partea software a operațiilor intră în sarcina programatorilor. Nu aveți posibilitatea să modificați această parte.

Fiecare dintre tipurile primare de dispozitive pe care puteți să le conectați la un port SCSI are propriul standard de comenzi. Sub denumirea generică de SCSI-3, aceste

comenzi au fost grupate în cinci tipuri: *comenzi pe blocuri* pentru controlul unor dispozitive precum unitățile de hard-disc, *comenzi de flux* pentru produse precum unitățile de bandă, *comenzi de grafică* pentru imprimante, *comenzi de schimbare a mediului de stocare* pentru echipamente precum tonomatele CD-ROM și *comenzi de controller* pentru matricele de discuri.

Sistemul SCSI leagă laolaltă aceste seturi de comenzi cu un set primar de comenzi, guvernat de un standard propriu. Setul primar de comenzi este o caracteristică comună tuturor dispozitivelor și produselor software SCSI. Tocmai acest set de comenzi le face să se numească SCSI.

Setul primar de comenzi trimite un set comun de instrucțiuni către toate componentele hardware SCSI. Nivelul de protocol interpretează și translatează aceste instrucțiuni în forma acceptată de unul dintre sistemele hardware încorporate în familia SCSI. Fiecare sistem hardware are propriul nivel de protocol. De obicei, adaptorul gazdă SCSI implementează nivelul de protocol și produce semnalele care trebuie trimise prin diferitele conexiuni SCSI.

## Istoric

Standardul SCSI original a evoluat dintr-o altă interfață, numită SASI (Shugart Associates Standard Interface). Această interfață a fost dezvoltată în 1981 de un pionier al producției de hard-discuri, Shugart Associates, în cooperare cu NCR Corporation. Aceștia au dezvoltat interfața SASI ca o conexiune paralelă pe opt biți între calculatoarele gazdă și unitățile de disc. În același an, comitetul X3T9 al Institutului Național American de Standarde (American National Standards Institute – ANSI) a folosit specificațiile SASI ca bază pentru lucrul la un standard pentru interfețe paralele. Standardul, cunoscut acum sub numele de SCSI-1, a fost aprobat oficial în 1986.

Chiar înainte ca ANSI să accepte standardul SCSI, producătorii erau suspicioși privind neajunsurile specificațiilor originale. În 1985, producătorii de dispozitive au abordat grupul care lucra la standard cu propuneri de creștere a cerințelor obligatorii ale standardului SCSI. Deoarece standardul era aproape finalizat și cei din industria calculatoarelor erau deja nerăbdători, ANSI a adoptat standardul și, în același timp, a format un nou grup pentru dezvoltarea unui set de comenzi cu o aplicabilitate mai largă – în final publicate, deși nu ca un standard oficial, sub numele de *set comun de comenzi*.

Deoarece setul comun de comenzi nu era o parte obligatorie a standardului SCSI, fiecare producător l-a interpretat într-un mod propriu. Ca rezultat, deseori dispozitivele SCSI individuale au nevoie de drivere proprii și multe dispozitive SCSI nu funcționează împreună.

În 1991 a fost publicată o revizuire a standardului SCSI, care a încercat să rezolve o parte dintre problemele de conectare împreună a mai multor dispozitive SCSI și să crească viteza operațiilor de transfer. Cunoscut sub numele de SCSI-2, noul standard realiza integrarea unui sistem complet de control software, numit set comun de comenzi, cu mai multe îmbunătățiri hardware opționale. Acestea includeau lărgirea magistralei de date SCSI de la 8 la 16 sau 32 de biți (Wide SCSI). În acest fel, rata maximă de transfer ajungea la 10 sau 20 MB/sec. În plus, viteza maximă de transfer a fost dublată prin introducerea interfeței SCSI rapide (fast SCSI). Cu o magistrală de date pe 8 biți, interfața Fast SCSI ajungea la rate maxime de transfer de până la 10 MB/sec; în cazul magistralelor de date pe 16 sau 32 de biți, rata maximă de transfer ajungea la 20 sau 40 MB/sec. De asemenea, interfața Wide SCSI creștea la 15 numărul dispozitivelor care pot fi conectate la un singur canal al adaptorului gazdă SCSI.

Aproape imediat după aprobarea standardului SCSI-2, industria de profil a început lucrul asupra unei noi versiuni, SCSI-3, care rafinează și mai mult standardul. Deși, în momentul scrierii acestei cărți, standardul SCSI-3 nu a fost aprobat oficial, versiunea preliminară a fost disponibilă un timp suficient de lung pentru ca producătorii să încorporeze noile specificații în modelele proprii. Pentru scopurile acestei discuții, SCSI-3 este considerat standardul curent.

În loc să fie un singur standard, SCSI-3 a devenit o umbrelă care acoperă o mulțime de standarde hardware și de protocol. Cea mai importantă schimbare este diferențierea părților hardware de cele software ale standardului, astfel încât setul comun de comenzi și diferitele sisteme de cablare merg în direcții diferite. Prin aceasta, SCSI devine un protocol de comandă, iar diferitele standarde de interconectare controlează modul de cablare a diferitelor echipamente periferice.

La nivel hardware, standardul SCSI-3 păstrează modelul SCSI tradițional, dar cu propriile rafinări, și adaugă trei opțiuni de legare a dispozitivelor SCSI. Sistemul de cablare SCSI tradițional devine *interfața paralelă SCSI* (SCSI Parallel Interface – SPI). Celelalte trei sisteme de interconectare vă oferă opțiuni de conectare serială de mare viteză. *Arhitectura de stocare serială* (Serial Storage Architecture) oferă două canale de transfer serial la 20 MB/sec pentru operații duplex integral (un dispozitiv poate să transmită și să recepționeze simultan date cu această viteză). *P1394* oferă un sistem serial la 100 MB/sec, în care conectarea se face la fel ca pentru echipamentele stereo. *Fibre Channel Arbitrated Loop* oferă un sistem la 100 MB/sec care folosește conexiuni seriale simple pentru unitățile de disc și o punte pentru cablurile de fibră optică cu viteze chiar mai mari. Aceste standarde hardware asigură destul spațiu pentru următoarea generație de conexiuni pentru echipamentele periferice – și pentru următoarea versiune SCSI.

## Standarde

Interfața SCSI are reputația, deseori nemeritată, de a fi greu de configurat. Mulți oameni consideră că rugăciunile sunt parte integrantă a procesului de configurare a unui sistem SCSI. De fapt, cele mai mari confuzii privind sistemul SCSI sunt generate de nomenclatură. Deși toate dispozitivele SCSI vorbesc un limbaj comun, mulți oameni folosesc propriile definiții pentru cuvintele care descriu diferitele versiuni SCSI. Pe lângă faptul că standardul oficial a trecut prin trei forme diferite, producătorii de dispozitive au creat propriile denumiri pentru diferitele variante acoperite de umbrela SCSI-3. Mulți dintre termenii folosiți pot crea confuzie sau chiar sunt de-a dreptul greșiți.

Această secțiune încearcă să clarifice confuzia existentă și să pună laolaltă piesele acestui puzzle.

### SCSI-1

Versiunea originală SCSI este acum numită SCSI-1, pentru a o diferenția de versiunile următoare. SCSI-1 a fost sursa de inspirație pentru standardul SCSI actual. SCSI-1 cuprinde doar puțin mai mult decât interfața paralelă care a servit ca bază pentru modelul SPI actual.

Nu este obligatoriu ca dispozitivele SCSI-1 să înțeleagă setul comun de comenzi. Ca urmare, între primele dispozitive SCSI apăreau diferite incompatibilități. Singura modalitate de a vă asigura că un anumit dispozitiv SCSI-1 va funcționa cu un alt dispozitiv – inclusiv conexiunile simple dintre adaptorul gazdă și unitatea de hard-disc – era să cumpărați o pereche de dispozitive a căror corespondență era garantată de

producător. Deși mulți producători au adaptat ulterior setul comun de comenzi pentru dispozitivele SCSI-1 proprii, nu aveți nici o asigurare că un anumit dispozitiv SCSI-1 va funcționa împreună cu implementările SCSI mai moderne.

## SCSI-2

Marea diferență dintre ceea ce se numește astăzi SCSI-1 și SCSI-2 este setul de comenzi. Prin trecerea la standardul SCSI-2 setul de comenzi SCSI a fost lărgit și multe dintre caracteristicile opționale au fost făcute obligatorii. Scopul acestor schimbări a fost eliminarea problemelor de inter-compatibilitate – adică să facă astfel încât să nu mai aveți dificultăți (sau măcar să aveți mai puține) în a face două dispozitive SCSI să funcționeze împreună. În același timp, standardul SCSI-2 a adăugat două moduri de transfer de mare viteză *opționale*. Deoarece aceste moduri de transfer sunt opționale, un anumit produs poate respecta standardul SCSI-2 *fără să fie mai rapid* decât un dispozitiv SCSI-1. De fapt, performanțele pot fi chiar mai mici. Cu alte cuvinte, o etichetă care susține conformitatea cu standardul SCSI-2 nu este o garanție a unor performanțe superioare.

În vorbirea comună, aceste diferențe sunt deseori neclare. Atunci când unii susțin că o unitate de hard-disc respectă standardul SCSI-2, de obicei înseamnă că unitatea respectivă poate transfera date mai repede decât una care respectă standardul SCSI-1. De cele mai multe ori, astfel de afirmații înseamnă că produsul respectiv implementează standardul Fast SCSI, despre care vom discuta în continuare. La fel, unii folosesc denumirea SCSI-3 atunci când se referă la Wide SCSI, o caracteristică a produselor SCSI-3 care a fost de fapt introdusă în standardul SCSI-2.

La nivel hardware, standardul SCSI-2 începe cu aceeași interfață paralelă folosită pentru prima dată în standardul SCSI-1. În plus, SCSI-2 introduce noi caracteristici hardware: Fast SCSI, care modifică unii parametri de sincronizare pentru obținerea unei productivități mai mari; Wide SCSI, care mărește lărgimea magistralei pentru creșterea performanțelor și a numărului de dispozitive SCSI conectate la un singur port; și câteva noi opțiuni de conectare.

SCSI-2 elimină câteva dintre opțiunile mai puțin folosite permise de standardul SCSI inițial. Printre acestea se numără opțiunea de folosire a unui inițiator unic, opțiunea de creare a unui sistem nearbitrat, opțiunea de folosire a datelor cu semnificație neextinsă și opțiunea de formare a cozilor de așteptare pentru rezervări. Setul de comenzi destinat dispozitivelor cu acces numai pentru citire a fost înlocuit cu un set de comenzi pentru unitățile de CD-ROM. De asemenea, standardul SCSI-2 a eliminat unul dintre conectoarele ecranate specificate de standardul original.

O dată cu introducerea standardului SCSI-2, unele dintre opțiunile SCSI originale au fost transformate în cerințe obligatorii. Dispozitivele SCSI-2 trebuie să asigure verificarea parității pe magistrala de date. Toate dispozitivele SCSI trebuie să asigure suportul pentru mesajele SCSI. Orice dispozitiv SCSI poate furniza tensiune de terminare, dar toate dispozitivele inițiatoare trebuie să asigure această tensiune de terminare. În plus, SCSI-2 rafinează unele specificații de sincronizare, permițând viteze mai mari de operare.

SCSI-2 adaugă și câteva opțiuni pentru creșterea performanțelor. Combinația între timpii de sincronizare revizuiți și transferurile sincrone de date permit rate de transfer de 10 MB/sec. Opțiunea de folosire a magistralelor lărgite crește calea de date și mărește de două sau de patru ori rata maximă de transfer. Folosirea *cozilor de așteptare pentru comenzi etichetate* (tagged command queuing) îmbunătățește performanțele sistemului gazdă, permițând PC-ului (sau altui sistem gazdă SCSI) să trimită simultan mai multe comenzi

sau să trimită o nouă comandă înainte de terminarea comenzii anterioare. PC-ul nu trebuie să aștepte ca sistemul SCSI să termine execuția înainte de a trimite noi comenzi, ceea ce înseamnă mai puțini timpi de așteptare – cel puțin dacă sistemul de operare poate continua execuția în timp ce o comandă este în așteptare (DOS și Windows 95 nu pot face acest lucru).

SCSI-2 îmbunătățește și sistemul de cablare tradițional, adăugând noi conectoare de înaltă densitate și terminatoare îmbunătățite pentru magistrale.

SCSI-2 lărgește semnificativ și setul de comenzi. De la o interfață destinată exclusiv hard-discurilor, SCSI-2 a adoptat și dispozitive de comunicații și alte dispozitive de stocare. Standardul prevede seturi de comenzi specifice pentru dispozitivele optice cu acces numai cu citire sau și cu ștergere, ca și pentru unitățile de CD-ROM. Alte comenzi controlează dispozitive care pot să schimbe mediile de stocare, precum tonomatele optice. SCSI-2 include comenzi pentru imprimante (moștenite din standardul SCSI original), scannere și echipamente de comunicații.

### SCSI-3

SCSI-3 asigură mecanisme pentru folosirea setului comun de comenzi în mai multe scheme de conectare hardware. Pe lângă interfața SCSI paralelă, care în esență este ceea ce numim astăzi SCSI-2, noul standard acceptă interfața SCSI serială, bazată pe standardul P1394 (a se vedea Capitolul 20, „Porturile periferice“), o conexiune pentru fibră optică și altele. Mai mult, interfața SCSI paralelă este extinsă pe 16 biți, ceea ce crește la 16 numărul total de dispozitive care pot fi conectate la o singură magistrală SCSI. Standardul SCSI-3 tratează și unele detalii, standardizând conectorul P folosit în cele mai multe implementări SCSI-2 cu magistrală lată.

Viteza interfeței SCSI-3 depinde de implementarea hardware. Rămân disponibile metodele de cablare și viteza interfeței SCSI-2, dar noile sisteme de transmisie permit atingerea unor rate de transfer de peste 100 MB/sec. SCSI-3 încorporează patru standarde de cablare: SPI, P1394, SSA și FC-AL.

**SPI** înseamnă *SCSI-3 Parallel Interface* (interfața paralelă SCSI-3), sistemul de cablare SCSI tradițional cu câteva îmbunătățiri. Atunci când mulți utilizatori sau producători vorbesc despre SCSI-3, se referă de fapt la SPI. Deși SCSI-3 folosește aceleași configurații hardware ca și SCSI-2 și este compatibil înapoi, cerințele privind semnalele și cablurile sunt mai severe. Ultra SCSI și Ultra 2 SCSI sunt implementări SPI cu viteze de magistrală mărite, așa cum veți vedea în secțiunea „Interfața paralelă SCSI“.

**P1394** este un standard IEEE pentru o interfață serială cu viteze de 100 megabiți pe secundă (și mai mari), cunoscută în lumea Macintosh sub numele de *Firewire*. Acest standard este prezentat în detaliu în Capitolul 20.

**SSA** este prescurtarea de la *Serial Storage Architecture* (Arhitectura de stocare serială), o interfață de mare viteză creată, în principal, de IBM.

**FC-AL** este prescurtarea de la *Fibre Channel Arbitrated Loop*, un rezultat secundar al dezvoltării sistemelor de interconectare cu fibre optice, care de fapt nu utilizează fibra optică.

## Organizații

Standardele SCSI oficiale sunt întreținute de American National Standards Institute (ANSI). Standardele SCSI în forma finală sunt publicate numai de ANSI.

Comitetul SCSI T10 dezvoltă activ diferitele standarde SCSI. Comitetul face recomandări către ANSI, care sancționează specificațiile ca standarde în domeniu. Comitetul

acționează ca un forum pentru prezentarea și discutarea propunerilor de standarde și întreține un sit Web la adresa `http://www.t10.org/`.

Organizația SCSI Trade Association promovează folosirea interfeței și dispozitivelor SCSI și întreține un sit Web la adresa `http://www.t10.org/`.

# Interfața SCSI paralelă

Principala interfață hardware SCSI este o conexiune paralelă pe un cablu multi-conductor, numită *interfața paralelă SCSI* (SCSI Parallel Inteface – SPI). Standardul actual este o dezvoltare a interfeței SCSI originale. În forma originală, interfața SCSI era formată dintr-o magistrală de 8 biți, cu un bit suplimentar de paritate pentru detectarea erorilor, și cu o viteză maximă de 5 MHz. De atunci, au fost dezvoltate trei versiuni ale sistemului SPI, cea mai recentă dintre acestea (SPI-3) crescând lățimea magistralei la 16 biți (exclusiv paritatea) și ridicând frecvența de ceas la 80 MHz.

Fiind mai mult decât o simplă modalitate de conectare a dispozitivelor de stocare, așa cum a fost proiectat sistemul SCSI original, interfața SPI a fost proiectată ca o magistrală de extensie ce poate lega la PC o varietate de tipuri de dispozitive printr-un singur port. Primul model SCSI permitea înlănțuirea a cel mult șapte dispozitive la un singur port SCSI. Magistrala extinsă oferită de interfața SPI crește numărul de dispozitive la 15 (sau 16 dacă numărați și adaptorul gazdă). Toate dispozitivele funcționează independent, sub controlul sistemului gazdă, prin intermediul adaptorului gazdă care furnizează portul SCSI.

SCSI permite atât transferuri sincrone, cât și transferuri asincrone. *Transferurile asincrone* permit transmiterea datelor la intervale neregulate, folosind biți de start și de stop pentru marcarea începutului și sfârșitului octeților de date. *Transferurile sincrone* folosesc semnale de sincronizare furnizate de sistem pentru definirea octeților. Deoarece implică mai puține informații suplimentare – mai puțini biți transferați și mai puține operații de prelucrare suplimentare – transferurile sincrone permit obținerea unor viteze mai mari.

În cazul dispozitivelor interne, conectarea la interfața paralelă SCSI se face printr-o magistrală de tip cablu. Conexiunile externe sunt identice din punct de vedere topografic – formând o magistrală – dar folosesc un sistem de conectare înlănțuită. Această schemă de conectare relativ simplă este complicată de existența mai multor standarde pentru viteza și lățimea magistralei și de necesitatea folosirii unor terminatoare pentru a asigura integritatea semnalelor.

## Performanțe

Cei mai mulți oameni folosesc pentru viteza SCSI două numere și își bazează aprecierile pe aceste cifre. Totuși, viteza unei interfețe paralele SCSI nu este un lucru simplu. Pe lângă opțiunile specificate de standard există multe variații și limitări practice. Cu alte cuvinte, chiar dacă aveți un dispozitiv SCSI, nu trebuie să vă așteptați la 10, 20 sau 40 MB/sec atunci când trebuie să conectați toate componentele.

Limita de viteză a conexiunilor SPI curente este stabilită de doi factori principali: viteza și lățimea magistralei. În cazul conexiunilor asincrone, lungimea conexiunii și operațiile suplimentare executate pentru transfer reduc productivitatea reală sub limita stabilită de frecvența ceasului.

Fără să țină seama de condițiile reale, Tabelul 9.15 prezintă nomenclatura și limitele de viteză (sau, mai corect, ratele maxime de transfer) ale celor mai cunoscute sisteme de conectare SCSI actuale.

**Tabelul 9.15** Compararea specificațiilor de performanță ale interfețelor paralele SCSI

| *Numele interfeței* | *Lățimea magistralei* | *Viteza magistralei* | *Rată maximă de transfer* |
|---|---|---|---|
| SCSI simplu (SCSI-2) | 8 biți | 5 MHz | 5 MB/sec |
| Fast SCSI | 8 biți | 10 MHz | 10 MB/sec |
| Wide SCSI | 16 biți | 5 MHz | 10 MB/sec |
| Fast Wide SCSI | 16 biți | 10 MHz | 20 MB/sec |
| Ultra SCSI | 8 biți | 20 MHz | 20 MB/sec |
| Ultra Wide SCSI | 16 biți | 20 MHz | 40 MB/sec |
| Ultra 2 SCSI | 8 biți | 40 MHz | 40 MB/sec |
| Ultra2 Wide SCSI | 16 biți | 40 MHz | 80 MB/sec |
| Ultra 160/m SCSI | 8 biți | 40 MHz | 80 MB/sec |
| Ultra 160/m Wide SCSI | 16 biți | 40 MHz | 160 MB/sec |

## Viteza de ceas

Strict vorbind, în cazul transferurilor asincrone, interfața paralelă SCSI nu are un ceas, așa cum au magistralele de extensie pentru PC. Nu există un oscilator care să controleze fiecare octet transmis pe magistrală. Totuși, diferitele semnale de pe magistrală au durate bine definite, care limitează rata maximă de transfer a sistemului.

În sistemele SCSI sincrone, care nu sunt întârziate de dialogurile de confirmare (și care operează la fel de aproape de un oscilator deschis ca orice alt echipament SCSI), durata unui ciclu al magistralei este obținută prin combinarea perioadei de afirmare (assertion period) cu perioada de negare (negation period). Perioada de afirmare este durata alocată dispozitivelor SCSI pentru citirea semnalelor și plasarea acestora pe magistrală. Perioada de negare este timpul alocat pentru ștergerea acestor semnale.

Conform specificațiilor SCSI-1, pentru fiecare dintre aceste acțiuni este alocat un timp de 90 nanosecunde. Ca urmare, un ciclu complet de transfer pe magistrala SCSI durează 180 de nanosecunde. Presupunând folosirea unui sistem de semnalizare perfect și absența completă a informațiilor suplimentare, acest ciclu permite o rată maximă de transfer de aproximativ 5,5 MB/sec. Valoarea de 5,0 MB/sec citată pentru SCSI-1 este atât o aproximare, cât și viteza maximă practică a multor produse comerciale.

SCSI-2 reduce durata celor două perioade și definește un ciclu cu durata de 100 nanosecunde. Această durată permite rate maxime de transfer de 10 MB/sec. Această valoare este numită deseori *Fast SCSI*, deși termenul este aplicat oricărei viteze care depășește 5,0 MB/sec. Rețineți că etichetarea unui dispozitiv ca Fast SCSI implică automat faptul că dispozitivul respectă cel puțin standardul SCSI-2. Reducerea duratei ciclurilor pentru obținerea acestei rate de transfer nu este posibilă sub SCSI-1.

Standardele SPI permit cicluri mai scurte și viteze mai mari. Oficial, fiecare dintre aceste moduri are eticheta „Fast“, urmată de frecvența de ceas. Atunci când este folosit fără nici o etichetă numerică, termenul Fast SCSI se referă la viteza de 10 MHz.

Standardul Fast-20 dublează viteza, ajungând la 20 MHz, și reduce durata ciclului la 50 nanosecunde. În domeniul PC-urilor, această viteză este cunoscută sub numele *Ultra SCSI*, uzurpând ceea ce a fost odată un termen brevetat folosit pentru o combinație de tehnologii oarecum diferită.

Fast-40 SCSI dublează încă o dată viteza – la 40 MHz – reducând durata ciclului la 25 de nanosecunde. Acest nivel de viteză este numit în prezent *Ultra2 SCSI*.

Fast-80 SCSI dublează productivitatea, dar păstrează durata ciclului și frecvența de ceas. Pentru obținerea productivității mai mari, interfața se bazează pe dublarea ciclurilor de ceas, datele fiind transferate atât pe frontul ascendent, cât și pe frontul descendent al semnalelor de sincronizare. În forma pe 16 biți, interfața Fast-80 SCSI a fost numită *SCSI 160m*.

Ca aspect practic, unitățile SCSI moderne folosesc semnale nesimetrice până la nivelul de viteză Ultra SCSI (inclusiv) – presupunând că respectați restricțiile referitoare la lungimea cablurilor, prezentate în secțiunea „Lungimea maximă a cablurilor“ din acest capitol. Pentru obținerea vitezelor corespunzătoare standardelor Ultra2 și Fast-80 SCSI, este necesară folosirea semnalelor diferențiale.

## Dialoguri de confirmare

Dispozitivele SCSI pot folosi pentru comunicare protocoale sincrone sau asincrone. Transmisiile SCSI asincrone sunt mai lente, deoarece implică mai multe operații suplimentare, respectiv un semnal de confirmare pentru fiecare octet transferat. Transferurile sincrone sunt mai rapide, deoarece implică mai puține informații suplimentare. Într-un singur sistem SCSI pot coexista dispozitive sincrone și asincrone.

Un *sistem SCSI asincron* operează ca un sistem cu dialog de confirmare. Un dispozitiv trimite mai întâi o cerere de transfer (REQ) apoi, înainte de a face orice altceva, așteaptă o confirmare (ACK), pentru a fi sigur că cererea a fost recepționată. Acest proces în două etape trebuie executat pentru fiecare octet transmis. De fapt, transferul se face în patru etape: dispozitivul trimite semnalul REQ, așteaptă să primească semnalul ACK, dezactivează semnalul REQ și așteaptă ca dispozitivul corespondent să dezactiveze semnalul ACK înainte de a trece la următorul octet.

Fiecare dintre aceste semnale de confirmare este transmis pe cablul SCSI, așa că traseul este parcurs înainte și înapoi de două ori pentru fiecare transfer. Deși semnalele electrice sunt foarte rapide, viteza lor este măsurabilă și finită, fiind aproximativ o treime din viteza luminii în vid. Într-un cablu SCSI tipic, semnalele electrice parcurg un metru în aproximativ 5,25 nanosecunde. Această durată de deplasare se numește întârziere de propagare și este principala restricție a vitezei transferurilor asincrone în cablurile lungi. Cu cât cablul este mai lung, cu atât întârzierea este mai mare.

Deși standardul SCSI original limitează viteza de transfer asincronă la 1,25 MB/sec, această limită este valabilă numai pentru lungimea maximă a cablului, respectiv 25 de metri. Pe cabluri mai scurte se pot obține rate superioare pentru transferurile asincrone.

Timpul suplimentar implicat de transferarea asincronă a unui octet pe un cablu paralel SCSI este de aproximativ 160 de nanosecunde. Adăugând întârzierea de propagare, se obține durata minimă a ciclurilor și rata maximă de transfer permisă de conexiune. Tabelul 9.16 prezintă relația dintre durate, lungimea cablului și viteza în conexiunile SCSI paralele simple.

**Tabelul 9.16** Rata maximă de transfer asincron comparată cu lungimea cablului SCSI

| *Lungimea cablului (metri)* | *Întârzierea de propagare (ns)* | *Durata suplimentară (ns)* | *Durata ciclurilor (ns)* | *Rata de transfer (MB/sec)* |
|---|---|---|---|---|
| 0,3 | 6,3 | 160 | 166 | 6,0 |
| 1 | 21 | 160 | 181 | 5,5 |
| 3 | 63 | 160 | 223 | 4,5 |
| 5 | 105 | 160 | 265 | 3,8 |
| 10 | 210 | 160 | 370 | 2,7 |
| 15 | 315 | 160 | 475 | 2,1 |
| 25 | 525 | 160 | 685 | 1,5 |

Și în *sistemele SCSI sincrone* este necesară o confirmare pentru fiecare cerere de transfer, dar aceste confirmări pot fi amânate. Ca urmare, un dispozitiv poate trimite mai multe pachete succesive fără să sufere întârzierile de propagare cauzate de dialogul de confirmare. Sistemele SCSI sincrone operează la viteze determinate de durata ciclului, fără să fie afectate de întârzierile de propagare. Cu alte cuvinte, viteza sistemelor SCSI sincrone este independentă de lungimea cablului.

## Lățimea magistralei

Fiind o interfață paralelă, SCSI transferă simultan mai mulți biți. Inițial, proiectanții au conceput SCSI ca o interfață pe opt biți, dar versiunea SCSI-2 a introdus opțiuni pentru magistrale cu lățimea de 16 și 32 de biți. Conexiunea pe 16 biți se numește *Wide SCSI*.

Aceste magistrale mai late se traduc direct prin productivități mai mari ale magistralelor. Informațiile suplimentare pentru fiecare transfer sunt aceleași, indiferent de lățimea magistralei. Ca urmare, o interfață SCSI pe 16 biți permite rate de transfer de două ori mai mari decât o interfață SCSI pe 8 biți. Deși propunerile SCSI ofereau, la un moment dat, conexiuni pe 32 de biți, care ar fi mărit de patru ori rata de transfer față de interfețele pe 8 biți, ultima încarnare a standardului SPI acceptă numai magistrale de 8 și 16 biți.

Interfața Wide SCSI oferă și un alt avantaj. Interfața paralelă SCSI folosește o schemă hardware pentru selectarea unui dispozitiv în vederea transmiterii sau recepționării datelor. Numărul de dispozitive care pot partaja o singură conexiune SCSI depinde de posibilitățile de adresare a dispozitivelor. Cablarea care adaugă conexiunile suplimentare pentru magistrală oferă și liniile necesare pentru adresarea dispozitivelor.

## Factori externi

Ca problemă practică, cea mai dureroasă limită impusă dispozitivelor SCSI nu este legată de conexiunile hardware ale interfeței. Și chiar așa trebuie să fie; în cele mai bune implementări, interfața este invizibilă și nu are nici un efect asupra performanțelor echipamentelor periferice.

Limita cea mai evidentă a performanțelor unui dispozitiv este viteza de citire a mediului de stocare. Deși un cache poate îmbunătăți performanțele aparente ale sistemului, în timpul operațiilor de transfer extinse sau aleatorii apar ratări ale cache-ului și productivitatea ajunge la viteza de transfer impusă de mecanism.

Vitezele diferitelor sisteme SCSI, până la standardul Fast-80, reprezintă rate de transfer *maxime*. Aceasta este viteza potențială maximă pe care sistemul o poate atinge în timpul transferării unei rafale bloc de date din cache-ul de pe placă. Transferurile care nu se fac din cache reduc viteza până la limita impusă de performanțele mecanice ale unității. Mai mult, deoarece magistrala SCSI este o resursă partajată, cererile de acces ale altor dispozitive pot reduce productivitatea unui dispozitiv individual.

## Capacitatea și adresarea

Dispozitivele SCSI stochează datele sub formă de blocuri. Fiecărui bloc îi este alocată o adresă, iar sistemul gazdă indică blocul ce va fi citit sau scris prin adresă. Dimensiunea fiecărui bloc și numărul de adrese disponibile limitează capacitatea unui dispozitiv dat.

Structura de comandă SCSI originală punea la dispoziție 21 de biți pentru identificarea adreselor de blocuri, suficient pentru 2.097.152 de blocuri. În cazul hard-discurilor care foloseau blocuri standard de 512 octeți, această schemă de adresare limita capacitatea la 1 GB.

Interfața SCSI-2 asigură trei octeți (24 de biți) pentru codarea adreselor de blocuri, folosind cei trei biți rezervați din implementările anterioare. Adaptoarele gazdă SCSI care respectă acest standard au acces la cel mult 16.777.216 blocuri, ceea ce, în cazul definirii blocurilor cu dimensiune de un sector, limitează capacitatea maximă la 8 GB, adică 8.589.934.592 octeți. Unitățile mai mari pot fi adresate prin definirea unor blocuri formate din mai multe sectoare.

Creșterea dimensiunii blocurilor este o soluție temporară, care doar acoperă problemele fundamentale. Ca urmare, comenzile SCSI actuale pentru blocuri includ încă o formă de comenzi pentru citire, scriere și alte operații înrudite, care alocă patru octeți (32 de biți) pentru adresele blocurilor. Folosind noile comenzi, sistemul poate să adreseze până la 4.294.967.296 de blocuri, suficient pentru gestionarea unor dispozitive cu o capacitate de stocare de doi teraocteți (2.199.023.255.552 octeți) de date.

Primele adaptoare gazdă SCSI prezentau o altă limită, rezultată din translatarea adreselor DOS de forma cilindru-cap-sector (CHS) în adresele de blocuri logice folosite de adaptoarele gazdă SCSI comerciale. Unul dintre cei mai cunoscuți algoritmi de translație mapa fiecare megaoctet de pe disc la un cilindru logic. Capacitatea unității determina numărul de cilindri raportați către PC-ul gazdă. Fiecare dintre acești cilindri era văzut de PC ca și cum ar fi avut 63 de sectoare și 32 de capete.

Această schemă simplă de translatare prezintă o restricție foarte severă. Rutinele întreruperii DOS 13(Hex) recunosc numai 1.024 de cilindri, ceea ce limitează capacitatea maximă a discurilor la 1.024 MB. Ca urmare, pe discurile mai mari nu putea fi adresat decât primul gigaoctet.

Rețineți că algoritmul de translatare și această restricție depind de opțiunile de proiectare ale unui anumit adaptor gazdă SCSI. După ce producătorii au recunoscut problema (în momentul apariției în număr mare a unităților de un gigaoctet), au modificat algoritmul, astfel încât să permită accesul la capacități mai mari. Cu toate acestea, dacă trebuie să conectați un disc SCSI mare la un adaptor gazdă mai vechi, nu veți putea folosi întreaga capacitate a discului. Către 1994, cei mai mulți producători au trecut la scheme avansate de translatare. De exemplu, adaptorul gazdă Adaptec 1542B prezintă limita de adresare de 1 GB, în timp ce 1542C nu este afectat de această limită.

De asemenea, rețineți că, deoarece algoritmul de translatare este o opțiune de proiectare, diferite adaptoare gazdă folosesc algoritmi proprii, care pot să creeze probleme de compatibilitate cu alte adaptoare SCSI. Ca rezultat, dacă mutați o unitate de disc de pe un adaptor gazdă mai vechi pe un adaptor gazdă mai nou s-ar putea ca fișierele să nu mai fie în regulă (sau chiar ca unitatea de disc să nu funcționeze deloc). Totuși, datele rămân intacte atâta timp cât nu scrieți nimic pe disc și puteți să recuperați fișierele reinstalând unitatea pe vechiul adaptor gazdă. Pentru a muta unitatea pe noul adaptor, salvați fișierele folosind vechiul adaptor, reinstalați (și reformatați) unitatea cu noul adaptor, apoi refaceți fișierele salvate.

În cazul adaptoarelor gazdă de vârstă medie, întâlniți o altă restricție. Este posibil ca un adaptor gazdă mai vechi să nu poată să manipuleze adresele de blocuri pe 32 de biți și să nu vă permită să folosiți discuri cu capacități mai mari. În general, dacă folosiți un adaptor gazdă care asigură suportul pentru cel mai rapid mod de transfer acceptat de unitate, ar trebui să nu întâlniți nici o limită de adresare. Nici un adaptor gazdă Ultra SCSI, de exemplu, nu ar trebui să aibă pobleme cu unitățile mari. Totuși, dacă încercați să folosiți o unitate Ultra SCSI mare cu un adaptor gazdă obișnuit (care, din punct de vedere tehnic, ar trebui să funcționeze, deoarece dispozitivele SCSI negociază viteza de lucru) s-ar putea să nu aveți acces la întreaga capacitate a unității și nici să folosiți viteza potențială maximă.

## Cablurile

Deoarece SCSI este o magistrală, cablarea este, în esență, simplă. Pinii conectorului unui dispozitiv sunt legați direct cu pini de pe aceeași poziție (și cu aceeași funcție). De la adaptorul gazdă se întinde un cablu simplu (fără răsuciri sau încrucișări) până la un dispozitiv SCSI, apoi până la următorul dispozitiv. Din nefericire, realitatea este diferită de acest sistem de conectare idealizat. Trebuie luate în considerare toate variațiile interfeței paralele. Ca rezultat, mecanica de cablare este diferită, în funcție de viteza și lățimea magistralei, și se schimbă dacă aveți un sistem intern, un sistem extern sau o combinație a acestora.

Sistemele SCSI vă mai pun încă două probleme: identificarea dispozitivelor și terminarea. Pentru operarea corectă a unui sistem SCSI trebuie să rezolvați corect ambele probleme de configurare.

### Identificarea dispozitivelor SCSI

Deoarece SCSI este o magistrală, toate dispozitivele sunt conectate și primesc simultan toate informațiile transmise (comenzi și date). Comenzile sunt transmise către dispozitivele SCSI individuale prin identificarea acestora după adresele SCSI. Sistemele SCSI standard folosesc opt linii dedicate din cablul SCSI pentru identificarea dispozitivelor conectate. Fiecare dispozitiv folosește una dintre aceste linii, ceea ce permite identificarea fără ambiguități a opt dispozitive prin adrese sau numere de identificare SCSI (SCSI ID). În sistemele SCSI pe opt biți, aceste linii sunt de obicei etichetate cu numere arabe, de la SCSI ID 0 la SCSI ID 7. Sistemele Wide SCSI cresc posibilitățile de identificare la 16 (de la 0 la 15). În ambele cazuri, unul dintre numerele de identificare (de obicei cel mai mare) este rezervat pentru adaptorul gazdă SCSI. Celelalte adrese, de la 0 la 6 sau de la 0 la 14, pot fi alocate oricărui dispozitiv, conectat oriunde în lanțul SCSI. Fiecărei adrese îi este alocată o prioritate, adaptorul gazdă (7 sau 15) având prioritatea maximă, iar dispozitivul 0 având prioritatea minimă.

În sistemele SCSI care operează conform standardului Plug-and-Play, nu trebuie să vă mai puneți problema alocării acestor numere de identificare. Sistemul *SCAM* – prescurtarea de la SCSI Configured AutoMagically – interoghează fiecare dispozitiv SCSI și îi alocă numere de identificare astfel încât să nu apară conflicte. Desigur, pentru funcționarea corectă a sistemului SCAM este necesar ca adaptorul gazdă, sistemul de operare și dispozitivele SCSI să respecte standardul Plug-and-Play. Partea magică a numelui a fost introdusă în standardul original, deși unii ingineri cu mai puțină inspirație ar putea interpreta numele ca SCSI Configured Automatically.

Dacă aveți un adaptor gazdă și o mulțime de dispozitive SCSI vechi, trebuie să le configurați fără nici un ajutor magic. Aici încep complicațiile sistemelor SCSI. Cu excepția alocării arbitrare a adresei 7 (sau 15 în sistemele Wide SCSI) pentru adaptorul gazdă, celelalte adrese trebuie alocate fiecărui dispozitiv SCSI conectat. Regula este simplă: numerele de identificare SCSI trebuie să fie unice, așa că nu alocați niciodată mai multor dispozitive SCSI același număr de identificare.

În schema oficială SCSI, puteți să alocați orice număr oricărui dispozitiv, cu condiția să configurați corect componentele software. Specificațiile SCSI nu rezervă nici un număr pentru un anumit dispozitiv. În realitate nu puteți să alocați oricum numerele de identificare, din cauza restricțiilor impuse de software. S-ar putea ca un driver SCSI să vă ceară să indicați adresa SCSI pe care ați alocat-o unității de CD-ROM. Pe de altă parte, s-ar putea ca driverul pentru CD-ROM să vă ceară să îi alocați o anumită adresă pentru a putea funcționa.

Dacă există un ghid, acesta este modelul stabilit de Adaptec, cel mai mare producător de adaptoare gazdă SCSI. Pentru a asigura o oarecare consecvență adaptoarelor gazdă care emulează controllerele Western Digital WD1002, astfel încât să poată fi folosite pentru încărcarea PC-ului, Adaptec a stabilit că *trebuie* să alocați hard-discului de încărcare a sistemului (dacă acesta este o unitate SCSI) numărul de identificare 0. Ciudat este că acesta are prioritatea *minimă* în sistemul de arbitrare SCSI. Aproape toți producătorii de adaptoare SCSI și de PC-uri folosesc în prezent această convenție.

Primele adaptoare gazdă Adaptec conțineau coduri BIOS care permiteau unității de încărcare a sistemului și unei unități suplimentare să se conecteze la PC fără nici un driver software. Pentru ca a doua unitate să fie recunoscută folosind acest tip de controller, trebuie să îi fie alocat numărul de identificare ID 1.

Ultimele adaptoare gazdă Adaptec includ un cod BIOS avansat care poate recunoaște până la șapte unități de hard-disc, oferindu-vă libertatea de a aloca cum doriți numerele de identificare, *cu condiția ca unitatea de încărcare a sistemului să aibă identificatorul zero*. Codul BIOS recunoaște unitățile de disc (și le alocă literele corespunzătoare) în funcție de numerele de identificare pe care le-ați stabilit. Numerele mai mici primesc primele litere.

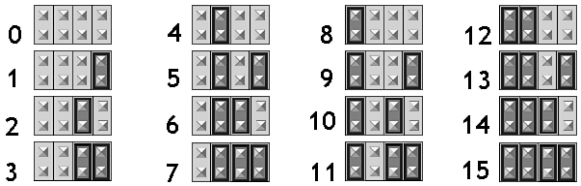
Unele adaptoare gazdă limitează libertatea de alocare a numerelor de identificare. Dispozitivelor cu medii amovibile – inclusiv unități de CD-ROM, unități CD cu înregistrare și unități de bandă – nu le pot fi alocate numerele de identificare zero și unu. Codul BIOS s-ar putea să nu opereze corespunzător cu aceste dispozitive și să nu înțeleagă corect schimbarea mediilor. Ca urmare, dispozitivelor cu medii amovibile ar trebui să le alocați numere mai mari de 1, dar fără să intrați în conflict cu numărul alocat adaptorului gazdă. Tabelul 9.17 prezintă cele mai bune opțiuni de alocare a numerelor de identificare în sistemele SCSI.

**Tabelul 9.17** Alocarea tipică a numerelor de identificare (ID) SCSI

| *Identificator Wide SCSI (16 biți)* | *Identificator SCSI (8 biți)* | *Prioritate* | *Alocare tipică* |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | Cea mai mică | Hard-disc de încărcare |
| 1 | 1 | Mică | A doua unitate de hard-disc |
| 2-14 | 2-6 | În ordine crescătoare | Dispozitive cu medii amovibile |
| 15 | 7 | Cea mai mare | Adaptorul gazdă SCSI |

Dispozitivele SCSI interne, precum hard-discurile, au de obicei mai multe jumpere sau comutatoare cu ajutorul cărora poate fi stabilit numărul de identificare SCSI. Poziția acestor selectoare diferă, dar în general sunt ușor de găsit. Căutați un set de jumpere marcate cu o formă oarecare a etichetei „ID" inscripționată pe placa de circuite. Pe unitățile mai vechi veți găsi deseori șapte perechi de pini, etichetate de la 0 la 6, cu un jumper care unește o singură pereche de pini. Nu trebuie decât să mutați jumperul la perechea corespunzătoare numărului de identificare pe care vreți să îl alegeți. Alți producători de unități folosesc un cod binar pentru selectarea numărului de identificare, așa că aveți la dispoziție trei perechi de pini pe care trebuie să plasați de la zero la trei jumpere, în funcție de numărul de identificare pe care vreți să îl alegeți.

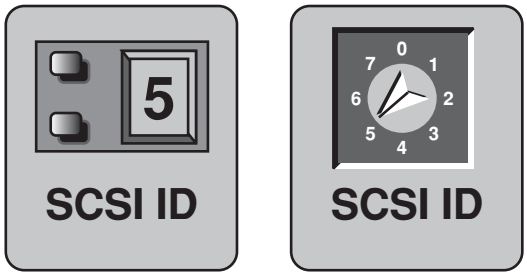
**FIGURA 9.8**
*Cod binar de identificare a dispozitivelor SCSI, reprezentat prin pozițiile unor jumpere.*




Unitățile de disc mai noi folosesc, de obicei, un cod binar pentru alocarea numărului de identificare. Patru perechi de pini permit alegerea oricărui număr, între 0 și 15. Figura 9.8 prezintă un exemplu de folosire a acestei scheme de codare.

Localizarea și etichetarea acestor pini diferă de la o unitate la alta, așa că ar trebui să verificați instrucțiunile livrate o dată cu unitatea sau documentația disponibilă în situl Web al producătorului pentru indicații referitoare la stabilirea numărului de identificare.

**FIGURA 9.9**
*Buton acționat prin apăsare (stânga) și buton rotativ (dreapta) pentru selectarea numărului de identificare SCSI.*




Dispozitivele SCSI externe folosesc două tipuri de selectoare pentru alegerea numărului de identificare SCSI: butoane acționate prin apăsare și butoane rotative. Figura 9.9 prezintă cele două tipuri de selectoare.

Selectoarele acționate prin apăsare vă permit să derulați o serie de numere de identificare prin apăsarea celor două mici butoane. Unele comutatoare de acest tip se pot roti fără oprire; altele limitează mișcarea la zero și la șapte. Nu trebuie decât să apăsați butonul corespunzător până când vedeți în fereastra alăturată numărul de identificare pe care vreți să îl selectați.

Comutatoarele rotative selectează numerele de identificare SCSI la fel ca selectoarele pentru canale ale televizoarelor mai vechi. Pentru cele mai multe selectoare de acest tip aveți nevoie de o mică șurubelniță, astfel încât numerele de identificare să nu fie modificate din greșeală prin lovirea dispozitivului SCSI.

Rețineți că nimic din modelul interfeței paralele SCSI nu împiedică partajarea aceluiași lanț de dispozitive SCSI între două PC-uri, *cu excepția* numerelor de identificare. Deoarece două dispozitive din același lanț nu pot avea același număr de identificare, nu pot coexista două adaptoare gazdă cu numărul de identificare SCSI 7. Dacă modificați numărul de identificare al adaptorului gazdă din oricare dintre cele două PC-uri, puteți să le conectați la același lanț SCSI. Oricare dintre cele două PC-uri vor avea astfel acces la toate dispozitivele conectate. Teoretic, cele două PC-uri ar putea să transmită fișiere de la unul la altul, deși cele mai multe produse software nu prevăd acest tip de instalare.

## Conexiunile prin cablu

După ce ați configurat manual dispozitivele SCSI cu numerele de identificare corespunzătoare (sau ați lăsat această operație în seama sistemului SCAM), trebuie să le conectați pe toate laolaltă. Sistemul SCSI folosește un sistem destul de simplu de conectare prin înlănțuire – fiecare dispozitiv se conectează la următorul din lanț.

Mecanismul exact de cablare depinde de tipul dispozitivelor pe care trebuie să le conectați: interne, externe sau combinate.

### Dispozitivele interne

Un sistem SCSI intern seamănă cu o magistrală de extensie flexibilă. În locul unor conectoare la o placă cu circuite imprimate, magistrala are forma unui cablu de tip panglică, iar conectoarele de extensie sunt instalate pe cablu. Unul dintre capetele cablului se conectează la adaptorul gazdă SCSI. Fiecare unitate se leagă la unul dintre conectoarele de pe cablu.

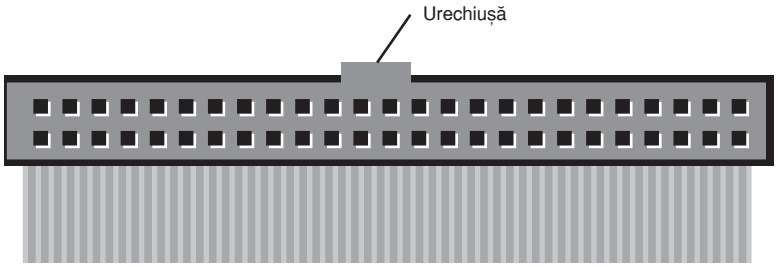
Toate conectoarele de pe cablu au semnale identice, așa că puteți să folosiți orice conector pentru orice dispozitiv SCSI. Dispozitivele conectate și adaptorul gazdă sunt diferențiate de numerele de identificare, astfel încât datele și comenzile să fie trimise la destinația corectă.

Pentru funcționarea optimă, conectați întotdeauna un dispozitiv la ultimul conector al cablului. Dacă este terminat (a se vedea secțiunea „Terminatoarele“), acest dispozitiv împiedică apariția unor reflecții ale semnalelor care ar putea crea interferențe, afectând funcționarea corectă a sistemului SCSI.

Dispozitivele SCSI moderne folosesc conectoare cu 50, 68 sau 80 de pini. Ultimele două (și o formă a primului model) au forma literei D, care are rolul de cheie, pentru a nu vă permite conectarea incorectă a unității. Conectoarele mai vechi cu 50 de pini nu au întotdeauna o cheie de conectare, ceea ce poate cauza probleme de orientare.

La fel ca aproape toate cablurile de tip panglică, cablul folosit de dispozitivele SCSI are pe margine o dungă roșie (sau albastră) care marchează polaritatea. Această bandă corespunde pinului unu de pe conectorul SCSI. Cele mai multe conectoare SCSI interne de pe cablu și de pe dispozitive au încă o cheie, formată dintr-o urechiușă căreia îi corespunde o crestătură, la mijlocul conectoarelor. Dacă vă uitați la conector astfel încât să vedeți găurile pentru pini și să aveți cheia în partea de sus, pinul unu (și dunga roșie de pe cablu) trebuie să apară în partea stângă, așa cum se poate vedea în Figura 9.10.

**FIGURA 9.10**
*Cheile conectoarelor SCSI interne.*




În sistemele cu conectoare de 50 sau 68 de pini, cablul SCSI leagă semnalele de date și de control. Totuși, cablul SCSI nu asigură și alimentarea cu energie a dispozitivelor interne individuale. Fiecare dispozitiv SCSI are nevoie de propriul conector de alimentare. Sistemul SCA cu 80 de pini include și conexiuni pentru alimentare.

Unitățile care folosesc sistemul cu 80 de pini sunt proiectate pentru schimbarea la cald. Puteți să le conectați în orice moment, chiar și în timpul funcționării PC-ului. Pentru celelalte sisteme de conectare, trebuie să opriți calculatorul înainte de a conecta un nou dispozitiv.

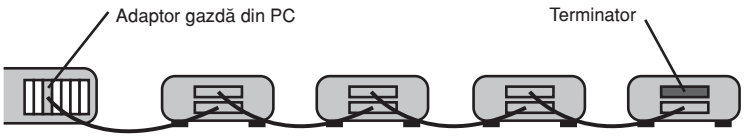
**Dispozitivele externe**

Modalitatea de cablare a dispozitivelor externe este puțin diferită de cea a dispozitivelor interne. Folosind sistemul de cablare SCSI extern, conectați un cablu de la adaptorul gazdă la primul dispozitiv din lanțul SCSI extern. Pentru următorul dispozitiv, conectați un alt cablu la primul dispozitiv, apoi conectați celălalt capăt al cablului la al doilea dispozitiv. Continuați operația, adăugând un nou cablu pentru fiecare dispozitiv suplimentar.

Cele mai multe dispozitive SCSI au două conectoare, pentru a simplifica înlănțuirea dispozitivelor. Nu are importanță care dintre cele două conectoare este folosit pentru atașarea fiecărui cablu. Din punct de vedere funcțional, ambele conectoare sunt identice, având aceleași posibilități de manipulare a semnalelor primite sau transmise.

În conectorul liber al ultimului dispozitiv se montează un terminator (dacă dispozitivul nu are o altă posibilitate de terminare). Sistemul complet de cablare este o înlănțuire precum cea prezentată în Figura 9.11.

**FIGURA 9.11**
*Cablarea externă a interfeței SCSI paralele.*




Sistemele SCSI cu magistrală mai lată pot avea nevoie de *două* cabluri pentru fiecare dispozitiv conectat. Cablurile sunt instalate în paralel, formând aceeași înlănțuire ca și în cazul sistemelor SCSI cu un singur cablu.

Dacă sistemul SCSI este terminat corespunzător, ar trebui ca lungimea cablului să nu conteze, presupunând că fiecare cablu are între o jumătate de metru (18 inci) și doi metri. Totuși, uneori semnalele electrice de frecvență înaltă, cum sunt cele folosite în sistemul SCSI, nu respectă regulile, așa că lungimea și poziția cablurilor poate să afecteze operarea sistemului SCSI. Uneori, rearanjarea cablurilor unui sistem recalcitrant poate readuce la viață lanțul SCSI.

După ce terminați de conectat cablurile SCSI, asigurați-vă că ați fixat clemele de siguranță ale fiecărui conector. Acest sistem de blocare mecanică este foarte important,

deoarece cablarea SCSI funcționează la fel ca beculețele din pomul de Crăciun – dacă unul se arde, nu mai luminează nici celelalte. Nu numai că dispozitivul al cărui conector s-a desfăcut va fi inaccesibil, dar nici celelalte dispozitive care urmează în înlănțuire nu vor mai putea comunica. Mai mult, deoarece lanțul de cabluri nu va mai fi terminat corespunzător, este posibil ca nici dispozitivele anterioare să nu mai funcționeze corect. Fixarea conectoarelor cu clemele sau sârmele de siguranță nu va permite desfacerea accidentală a acestora.

**Combinarea dispozitivelor**

Atunci când sistemul SCSI este format dintr-o combinație de dispozitive interne și externe, cablarea este exact așa cum vă așteptați – o combinație a celor două scheme de cablare prezentate mai sus. Cele mai multe adaptoare gazdă au conectoare care vă permit conectarea simultană a dispozitivelor interne și externe. Regulile individuale de cablare internă și externă se aplică părților respective ale sistemului. Singura modificare intervine la terminarea sistemului, despre care vom discuta în secțiunea următoare.

## Terminatoarele

Orice înlănțuire SCSI trebuie să aibă și un sfârșit. Într-un sistem SCSI, există un dispozitiv la care nu se mai conectează un alt echipament periferic. Pentru a împiedica reflectarea semnalelor în înlănțuirea de cabluri, standardul SCSI cere terminarea corespunzătoare a întregului sistem SCSI. Sistemul SCAM poate să activeze automat terminatoarele dintr-un sistem SCSI. În cazul configurării manuale, standardul SCSI-2 specifică două metode de terminare a magistralelor SCSI.

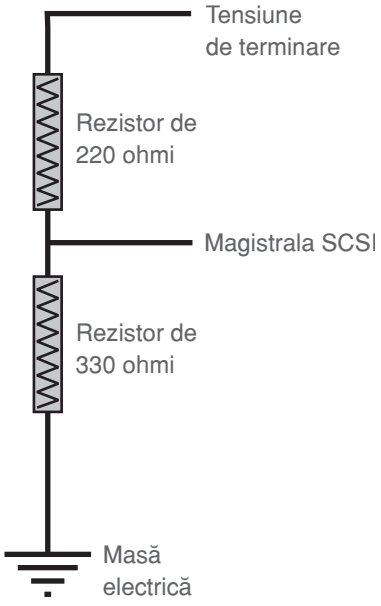



**FIGURA 9.12**
*Terminator SCSI pasiv.*

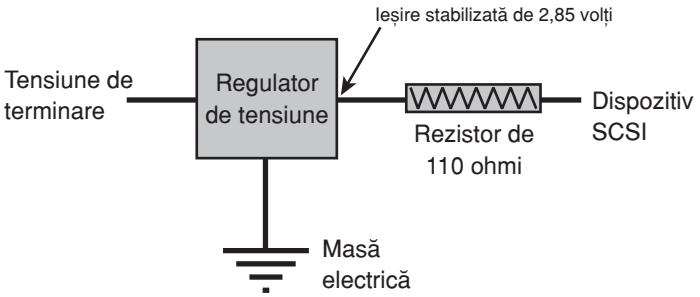
Prima soluție este folosirea metodei originale SCSI de terminare pasivă, numai cu rezistoare. Din punct de vedere electric, terminatorul este echivalent cu o sursă de tensiune de trei volți înseriată cu un rezistor de 132 de ohmi. Această valoare este obținută prin conectarea unui semnal nesimetric printr-un rezistor de 220 de ohmi la linia TERMPWR și printr-un rezistor de 330 de ohmi la masă. Figura 9.12 prezintă acest tip de terminator SCSI pasiv. Toate semnalele de pe magistrala SCSI (cu excepția celor de masă, a celor rezervate și a semnalului TERMPWR) trebuie să fie astfel terminate la fiecare capăt al magistralei. Acest terminator funcționează corect atunci când la magistrala SCSI sunt conectate cel mult patru dispozitive SCSI.

Dacă încercați să măsurați rezistența unui terminator SCSI, veți descoperi o valoare mai mică, de ordinul a 75 sau 90 de ohmi. Deși fiecare conexiune la magistrala SCSI este izolată și este legată la una dintre liniile individuale ale magistralei, celălalt capăt al rezistoarelor terminatoare ale fiecărei linii SCSI este conectat la tensiunea de terminare sau la masă. Atunci când măsurați orice rezistor dintr-un terminator SCSI, de fapt

măsurați un circuit complex care include o combinație serie/paralel a tuturor rezistoarelor din sistemul de terminatoare.

O altă soluție este folosirea terminatoarelor active. Acest terminator folosește un regulator de tensiune pentru a înseria o sursă de tensiune stabilizată continuă de 2,85 volți cu un rezistor de 110 ohmi. Terminarea activă reduce expunerea magistralei la zgomote, mai ales atunci când cablurile sunt lungi sau la magistrală sunt conectate un număr mare de dispozitive. Regulatorul activ de tensiune asigură constanța tensiunii de terminare, indiferent de numărul conectărilor la magistrală. Figura 9.13 prezintă conexiunile unui terminator SCSI sctiv.

**FIGURA 9.13**
*Terminator SCSI activ.*




Dacă măsurați rezistența unui terminator activ veți obține întotdeauna o valoare mai mare de 110 ohmi, deoarece rezistorul de 110 ohmi este înseriat cu circuitul pe care îl măsurați, indiferent cum faceți această măsurare. Deoarece regulatorul de tensiune este o componentă activă, rezistența măsurată va fi diferită, în funcție de polaritatea tensiunii aparatului de măsură. În acest fel puteți să deosebiți un terminator activ de un terminator pasiv – terminatorul activ are o rezistență mai mare, dependentă de polaritatea bornelor aparatului de măsură folosit.

Terminatoarele active oferă câteva avantaje care cresc fiabilitatea transferurilor SCSI. Asigurând o terminare mai stabilă, acestea reduc zgomotele în cablul SCSI. De asemenea, este sporită integritatea semnalelor, prin eliminarea supracreșterilor din impulsurile semnalelor. Terminatoarele active reduc cerințele electrice, micșorând curentul de pe linia Termination Power (Tensiune de terminare). În general, terminatoarele active asigură o rezistență terminatoare cu o valoare mai constantă. Ca urmare, standardul SCSI-2 recomandă folosirea terminatoarelor active la ambele capete ale magistralei SCSI. În plus, schemele de terminare activă permit producătorilor de dispozitive să proiecteze sisteme în care terminatoarele active sunt conectate sau deconectate cu o singură poartă logică, în locul unor comutatoare mecanice.

Semnalele diferențiale folosesc o altă metodă de terminare. Toate semnalele sunt terminate la ambele capete ale cablului cu o rețea formată din două rezistoare de 330 de ohmi și un rezistor de 150 de ohmi, aranjate astfel încât să formeze o impedanță echivalentă de 122 de ohmi. Linia TERMPWR este conectată la linia de semnal negativ printr-un rezistor de 330 de ohmi, linia de semnal negativ este conectată la linia de semnal pozitiv printr-un rezistor de 150 de ohmi, iar linia de semnal pozitiv este conectată la masă prin cel de-al doilea rezistor de 330 de ohmi.

Dispozitivele SCSI inițiatoare furnizează tensiunea de terminare la conexiunile TERMPWR prin intermediul unor diode, astfel încât tensiunea de terminare a altor dispozitive să nu ajungă în circuitele proprii. Deși nu este obligatoriu ca dispozitivele țintă să facă acest lucru, orice dispozitiv SCSI poate furniza tensiune de terminare.

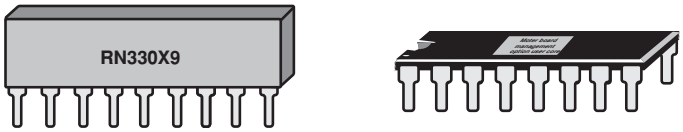
O a treia formă de terminatoare, foarte rar folosită, se numește *Forced Perfect Termination*. Terminatoarele FPT folosesc diode pentru reglarea tensiunii de pe magistrala SCSI.

În implementările SCSI clasice, terminatoarele fizice sunt asigurate prin trei metode: intern, cu pachete de rezistoare, extern, cu conectoare terminale simple, și cu comutatoare. Sistemele SCSI-2 cu terminatoare active folosesc de obicei comutatoare.

Pachetele de rezistoare sunt componente atașate direct pe placa de circuite. Spre deosebire de alte interfețe, dispozitivele SCSI folosesc de obicei trei pachete de rezistoare (în loc de unul) pentru terminatoare. Cele mai multe adaptoare gazdă și hard-discuri SCSI pentru PC-uri sunt livrate cu rezistoarele terminale deja instalate.

Puteți să identificați cu ușurință rezistoarele terminale, sub forma a trei componente identice cu o lungime de aproximativ un inci, înălțime de trei optimi de inci și grosime mai mică de o optime de inci. De obicei, pachetul de rezistoare este roșu, galben maroniu sau negru strălucitor și se află în apropierea conectorului SCSI al dispozitivului sau al adaptorului gazdă. Dacă este nevoie, puteți să scoateți aceste terminatoare trăgându-le afară din soclurile de pe placa de circuite. Figura 9.14 prezintă cele mai des întâlnite forme de rezistoare terminale, în capsule DIP și SIP.

**FIGURA 9.14**
*Terminatoare pasive, SIP în stânga și DIP în dreapta.*




Terminatoarele SCSI externe arată ca niște mici extensii ale conectoarelor SCSI din spatele dispozitivelor SCSI. Un capăt al terminatorului intră în conectorul dispozitivului SCSI, iar la celălalt capăt al terminatorului se află un alt conector, la care poate fi atașat un alt cablu SCSI. Unele terminatoare externe nu au acest conector secundar. În general, aceasta nu este o problemă, deoarece terminatorul nu este necesar decât pentru ultimul dispozitiv din lanțul SCSI.

Comutatoarele, a treia formă de terminatoare, pot fi întâlnite atât la dispozitivele interne, cât și la cele externe. Uneori, un singur comutator activează întregul sistem de terminatoare, dar unele dispozitive au trei bancuri de comutatoare, care trebuie trecute în aceeași poziție pentru activarea sau dezactivarea terminatoarelor. Astfel de comutatoare pot fi întâlnite la dispozitivele SCSI interne sau pe carcasa echipamentelor externe.

Câteva dispozitive se bazează pe terminatoare din interiorul carcasei. În acest caz, ajustarea terminatoarelor se face prin demontarea dispozitivului.

Conform specificațiilor SCSI, primul și ultimul dispozitiv din lanțul SCSI trebuie să fie terminate. Primul dispozitiv este aproape întotdeauna adaptorul gazdă din PC. Dacă instalați un singur hard-disc intern, acesta reprezintă celălalt capăt al lanțului și trebuie să fie terminat corespunzător. La fel, dacă aveți un singur hard-disc extern, acesta trebuie să fie terminat corespunzător.

În cazul conectării mai multor dispozitive la un singur adaptor gazdă, problema terminatoarelor se complică. În general, adaptorul gazdă este unul dintre capetele lanțului SCSI, exceptând cazul în care aveți atât dispozitive interne cât și dispozitive externe conectate la același adaptor gazdă. Aceasta este singura situație în care trebuie să îndepărtați terminatoarele de pe adaptorul gazdă. În acest caz terminarea trebuie făcută la dispozitivul cel mai apropiat de capătul intern al cablului și la dispozitivul extern aflat la capătul înlănțuirii de cabluri SCSI – probabil singurul dispozitiv extern care nu are un

al doilea cablu SCSI conectat. Terminatoarele tuturor celorlalte dispozitive SCSI trebuie îndepărtate sau dezactivate.

### Lungimea maximă a cablurilor

Adaptec, producător de adaptoare gazdă SCSI, furnizează regulile de bază din Tabelul 9.18 ca recomandări privind lungimile maxime ale cablurilor pentru diferite standarde, viteze și număr de dispozitive SCSI.

**Tabelul 9.18** Lungimea maximă recomandată a cablurilor SCSI

| *Standard SCSI* | *Ceasul magistralei* | *Dispozitive* | *Lungimea maximă a cablului* | |
|---|---|---|---|---|
| | | | *Metri* | *Picioare* |
| SCSI | 5 MHz | <7 | 6 | 16 |
| Fast SCSI | 10 MHz | <7 | 3 | 9 |
| Fast/Wide SCSI | 10 MHz | <15 | 3 | 9 |
| Ultra SCSI | 20 MHz | >4 | 1,5 | 4,5 |
| UltraSCSI | 20 MHz | <4 | 3 | 9 |
| Ultra2 SCSI | 40 MHz | >2 | 12 | 36 |

*Sursă: Adaptec Corporation*

Regula generală care stă la baza acestor recomandări este împărțirea numărului 30 la frecvența magistralei pentru obținerea lungimii maxime recomandate a cablului, în metri. Regula nu se aplică sistemelor Ultra2 SCSI, din cauza folosirii semnalelor diferențiale cu tensiuni scăzute.

## Cablurile

În sistemele SCSI actuale sunt folosite numai două tipuri de cabluri, numite cablu A și cablu P.

*Cablul A* are 50 de conductoare și este folosit pentru toate sistemele SPI pe opt biți, nesimetrice sau diferențiale. Similar, *cablul P* cu 68 de pini este folosit pentru sistemele de semnale cu magistrale mai late.

Funcția fiecărui conductor din cablu depinde de tipul semnalelor și de sistemul de conectoare. Este permisă o varietate largă. De fapt, cablul este o problemă minoră în comparație cu aspectele legate de conectoare.

## Conectoarele

Mai mult decât orice alt sistem standard de cablare pentru PC-uri, SCSI folosește o mare varietate de conectoare. Nu numai că dispozitivele interne și cele externe folosesc conectoare diferite, dar ambele tipuri au nenumărate variante. Pe lângă diferențele dintre conectoarele interne și cele externe, există diferențe și între generațiile de conectoare.

Specificațiile SPI-3 recunosc opt tipuri de conectoare – patru sisteme de conectoare neecranate pentru dispozitivele interne și patru sisteme ecranate pentru dispozitivele externe. În trecut, producătorii de PC-uri au folosit și alte modele, pentru diferite cerințe particulare.

În general, un conector SCSI este ca un pantof. Dacă se potrivește, folosiți-l. Totuși, de multe ori dispozitivele SCSI vin echipate cu conectoare care arată foarte diferit de cele de pe cablul la care vreți să le legați. Puteți să preveniți problemele verificând tipul conectorului folosit de cablurile SCSI din PC și cumpărând numai dispozitive care se potrivesc cu cablul respectiv. Dispozitivele SCSI – și în special unitățile de hard-disc – oferă deseori mai multe opțiuni privind conectoarele. Atunci când cumpărați o nouă unitate de disc, alegeți una care se potrivește.

Sunt disponibile și adaptoare pentru diferite conectoare. Cu restricțiile semnalate în secțiunea următoare, un adaptor este deseori suficient pentru a lega orice dispozitiv SCSI cu orice adaptor gazdă.

Ca să cumpărați sau să construiți un adaptor, ori ca să alegeți conectorul potrivit pentru o nouă unitate, trebuie să știți despre ce vorbiți. În continuare urmează o scurtă prezentare a celor mai populare tipuri de conectoare SCSI.

## Conectoare interne cu 50 de pini

Prima încarnare a interfeței SCSI a fost conectorul cu 50 de contacte folosit pentru primele unități SCSI. Oficial, acest sistem este numit *conector neecranat model 2* (nonshielded connector alternative 2).

Foarte cunoscut, acest conector are două rânduri de pini separați pe verticală și pe orizontală de intervale de 0,1 inci. Figura 9.15 prezintă conectorul tată de acest tip, așa cum îl puteți întâlni în partea din spate a dispozitivelor SCSI.

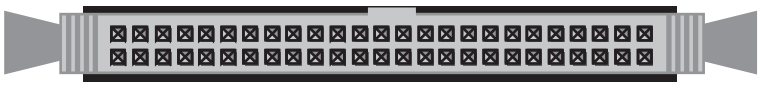


**FIGURA 9.15**
*Conectorul cu 50 de pini neecranat model 2, folosit pentru unitățile SCSI cu magistrală*

La un moment dat, aproape toate dispozitivele SCSI care foloseau implementarea pe opt biți a standardului utilizau acest tip de conector. Totuși, standardele SPI-2 și SPI-3 oferă și un alt model de conector neecranat cu 50 de pini, mai compact și mai potrivit cu proiectarea practică a circuitelor actuale.

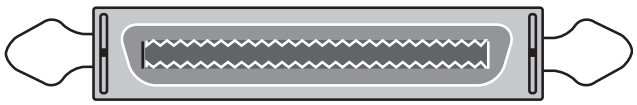
Numit *conector neecranat model 1* (nonshielded connector alternative 1), și acest model folosește două rânduri paralele de pini. Ca și în cazul conectorului mai vechi, rândurile se află la o distanță de 0,1 inci, dar distanța dintre pini este de numai 0,05 inci, adică jumătate. Conectorul mamă seamănă, ca formă, cu litera „D“. Conectorul tată are un perimetru ieșit în afară, care protejează pinii. Unitățile folosesc conectoare mamă. Figura 9.16 prezintă acest conector.

**FIGURA 9.16**
*Conectorul cu 50 de pini neecranat model 1.*

Deși ambele tipuri de conectoare neecranate au 50 de pini, funcțiile pinilor sunt diferite. De fapt, există patru variante: model 1 pentru semnale nesimetrice, model 2 pentru semnale nesimetrice, model 1 pentru semnale diferențiale și model 2 pentru semnale diferențiale. Nu puteți să deosebiți cele patru modele doar uitându-vă la conectoare. Trebuie să verificați specificațiile unității ca să determinați tipul semnalelor folosite.

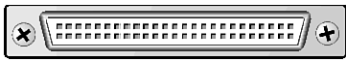
## Conectoare externe cu 50 de pini

**FIGURA 9.17**
*Conector de tip panglică, cu 50 de contacte, numit conector ecranat model 2.*



În forma cea mai des întâlnită, conectoarele SCSI externe au 50 de pini aranjați pe două rânduri de câte 25 de pini și arată ca un conector Centronix mai mare. În specificațiile SPI-2 și SPI-3, acest conector este numit *conector ecranat model 2* (shielded connector alternative 2). Încă este conectorul cu 50 de pini cel mai des folosit pentru dispozitivele SCSI externe și este prezentat în Figura 9.17.

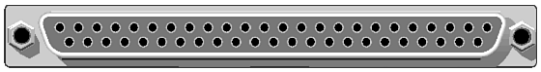
**FIGURA 9.18**
*Conector ecranat model 1 cu 50 de contacte, folosit pentru dispozitive externe.*



*Conectorul ecranat model 1* (shielded connector alternative 1) are tot 50 de pini și este folosit pentru dispozitivele externe. Are aceeași configurație a pinilor ca și varianta neecranată, dar porțiunile de îmbinare ale conectoarelor sunt metalice. Figura 9.18 prezintă acest tip de conector.

Ca și în cazul conectoarelor neecranate cu 50 de pini, funcțiile alocate pinilor diferă între modelele 1 și 2 ale conectoarelor ecranate. Configurația pinilor este identică cu cea folosită pentru versiunile neecranate. Datorită asemănării fizice și configurației de pini identice, puteți să conectați o unitate internă la un conector extern ecranat model 1 (presupunând că nu amestecați sistemele de semnale nesimetrice cu cele diferențiale). Versiunile neecranată și ecranată ale modelului 2 au aceeași configurație de pini, dar conectoarele nu sunt compatibile din punct de vedere fizic.

**FIGURA 9.19**
*Conectorul D cu 50 de pini, nestandardizat.*

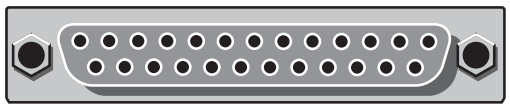


Unele dispozitive și adaptoare SCSI mai vechi foloseau conectoare D clasice cu configurații proprii pentru pini. Deși uneori sunt clasificate în grupa conectoarelor cu 50 de pini, deoarece oferă, în esență, aceleași semnale ca și sistemele SCSI standard cu 50 de pini, forma conectorului D permite doar folosirea unui număr impar de pini. Aceste conectoare nu au reușit să câștige prea mulți adepți, deoarece erau incomode, având mai mult de zece centimetri lungime. Seamănă cu conectoarele model 1, dar pinii sunt rotunzi, nu pătrați, așezați la distanțe mai mari și în zig zag. Figura 9.19 prezintă acest conector mai mare.

Ceva mai popular a fost un model care a redus la jumătate lungimea conectorului D prin reducerea numărului de pini. Acest conector D mai scurt, cu numai 25 de pini, a fost popularizat de Apple Computer pentru echipamentele Macintosh. Conectoarele sunt identice cu cele folosite de cei mai mulți producători de calculatoare pentru porturile paralele. În ciuda asemănărilor, semnalele de pe portul SCSI și de pe portul paralel sunt complet diferite și nu trebuie *niciodată* conectate împreună.

Pentru reducerea numărului de pini necesari, acest tip de conector elimină o parte dintre liniile de masă folosite în sistemele SCSI nesimetrice. Conectoarele de acest tip nu au destule conexiuni pentru semnalele diferențiale. Figura 9.20 prezintă acest conector.

**FIGURA 9.20**
*Conectorul D mamă cu 25 de pini folosit de unele produse SCSI.*



## Conectoare cu 68 de pini

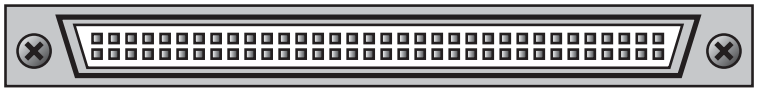
Sistemele Wide SCSI au nevoie de mai multe conexiuni decât poate oferi un conector cu 50 de pini. Ca să asigure conexiuni pentru toate semnalele necesare, standardele SPI definesc un set de conectoare cu 68 de pini. Acest sistem de conectoare oferă modele ecranate și neecranate, pentru dispozitive externe și interne.

Atât versiunile neecranate, cât și cele ecranate folosesc același model și aceleași configurații de pini. Principala diferență este ecranul metalic în forma literei D care înconjoară contactele, atât pentru conectorul mamă, cât și pentru cel tată.

Ambele conectoare sunt numite „model 3“. Ca urmare, setul intern se numește *conector neecranat model 3* (nonshielded connector alternative 3) iar setul extern se numește *conector ecranat model 3* (shielded connector alternative 3). Multe surse se referă la variantele neecranate sau ecranate cu termenul „conector SCSI-3“. Nu vă lăsați înșelat de această etichetă, care, în cel mai bun caz, este o abreviere de la „SCSI model 3“. Nu toate sistemele SCSI-3 folosesc acest sistem de conectoare. De fapt, standardul SCSI-3 permite folosirea oricăreia dintre cele opt variante de conectoare – precum și conectoare pentru diferite alte sisteme de interconectare fizică, pe lângă SPI.

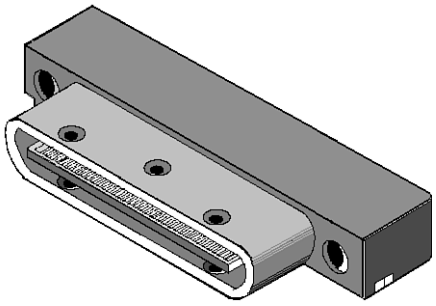
Pinii conectoarelor model 3 sunt aranjați pe două rânduri de 34 de pini. Distanța dintre rânduri este de 0,10 inci, iar distanța dintre pini este de 0,05 inci. Figura 9.21 prezintă versiunea ecranată a acestui conector.

**FIGURA 9.21**
*Conectorul ecranat model 3 cu 68 de contacte.*



Specificațiile SPI oferă și o altă variantă a conectorului ecranat cu 68 de pini, care arată ca o versiune miniaturizată a conectorului de tip panglică cu 50 de pini pentru dispozitive externe. Numit *conector ecranat model 4* (shielded connector alternative 4), acesta folosește aceeași configurație de pini ca și modelul 3. În loc de pini, conectorul are două rânduri de contacte de tip panglică, la intervale de 0,0315 inci. Figura 9.22 prezintă acest conector.

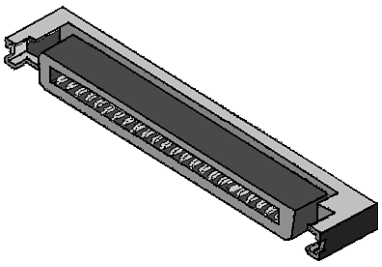
**FIGURA 9.22**
*Conectorul ecranat model 4.*



## Conectorul SCA cu 80 de pini

Schimbarea la cald a unităților impune ca semnalele de control și de alimentare să fie conectate ușor și repede. Pentru includerea semnalelor de alimentare necesare, producătorii de unități au dezvoltat sistemul de conectare SCSI cu 80 de pini, numit deseori SCA (prescurtarea de la *Single Connector Attachment*). În specificațiile SPI, acesta este numit *conector neecranat model 4* (nonshielded connector alternative 4). Figura 9.23 prezintă acest conector.

**FIGURA 9.23**
*Conectorul SCA cu 80 de pini.*



Conectorul SCA este proiectat, în principal, pentru folosirea internă – introducerea unităților în sloturi. Nu există un echivalent extern al conectorului SCA.

Toții pinii conectorului unui dispozitiv SCA au aceeași lungime. În partea conectorului gazdă, unii pini sunt mai lungi, astfel încât să realizeze primii contactul electric la montarea unității. Pinii mai lungi (cu numerele 1, 36-43, 45, 46 și 78-80) asigură alimentarea și conectarea la masă a unității și stabilesc numărul de identificare SCSI. Datorită pinilor cu lungime mai mare, unitatea este alimentată și identificată înainte de a emite semnale pe magistrală.

## Combinarea standardelor SCSI

Standardul SCSI are atât de multe variante, încât este probabil să aveți mai multe dispozitive care respectă două sau mai multe standarde, pe care vreți să le conectați în același lanț. Cu adaptoarele gazdă moderne, care vă permit să configurați caracteristicile de transfer pentru fiecare identificator SCSI, puteți să combinați după voie standardele, cu o probabilitate rezonabilă ca toate dispozitivele să funcționeze. Mai mult decât atât, puteți să configurați toate dispozitivele, cu câteva excepții, să opereze la ratele maxime de transfer.

Totuși, în cele mai multe cazuri nu puteți să conectați laolaltă fără probleme o colecție de periferice SCSI. Trebuie să luați în considerare aspecte legate de lățimea magistralei, tipul semnalelor (nesimetrice sau diferențiale) și viteza magistralei ca să realizați conexiuni optime. Unele lucruri pur și simplu nu se potrivesc – iar altele nu vreți dumneavoastră să se potrivească.

### Lățimea magistralei

Problema lățimii magistralei pare fundamentală. Unele dispozitive folosesc conectoare cu 50 de pini, unele cu 68 de pini și altele cu 80 de pini. Totuși, problema este în principal mecanică. Dacă aveți un conector care se potrivește, folosiți-l.

Dacă aveți dispozitive cu magistrală lată, interne sau externe, aveți nevoie de un cablu de conectare cu 68 de pini de la adaptorul gazdă. Aveți nevoie de toți cei 68 de pini pentru transmiterea semnalelor. În acest caz, problema se reduce la legarea dispozitivelor cu 50 de pini la conexiuni cu 68 de pini. Răspunsul este simplu: aveți nevoie de adaptoare.

În cazul unui lanț *intern* de dispozitive mixte, aveți nevoie de un adaptor pentru fiecare dispozitiv SCSI cu *magistrală îngustă* pe care vreți să îl conectați la lanțul cu magistrală lată.

Pentru combinarea dispozitivelor SCSI cu magistrale diferite într-o înlănțuire SCSI *externă*, trebuie să respectați următoarea regulă: mai întâi sunt conectate dispozitivele Wide SCSI. Conectați dispozitivele Wide SCSI între ele și în partea cea mai apropiată de adaptorul gazdă. După ultimul dispozitiv cu magistrală lată, folosiți un adaptor de la 68 la 50 de pini. Apoi terminați înlănțuirea cu dispozitivele cu magistrală îngustă.

Unitățile care pot fi schimbate la cald, cu sistem SCA cu 80 de pini, au nevoie de propriile adaptoare. Acestea combină semnalele de control și de date de la sistemul de cabluri P cu conexiunile de alimentare necesare pentru funcționarea dispozitivului.

## Sistemul de semnale

Specificațiile SCSI originale acceptă două tipuri de magistrale SCSI: nesimetrice (single-ended) și diferențiale (differential). Aceste sisteme de semnale complet diferite sunt inerent incompatibile. Deși pot fi folosite adaptoare, pericolele rămân. De exemplu, conectarea unui dispozitiv nesimetric – cum ar fi o unitate de CD – la un adaptor gazdă diferențial sau a unei unități diferențiale la un adaptor gazdă nesimetric poate să deterioreze atât adaptorul gazdă cât și unitatea. Deoarece sistemul de conectoare SCSI nu diferențiază tipurile semnalelor, trebuie să verificați tipurile de semnale folosite de toate dispozitivele din sistemul SCSI înainte de realizarea primei conexiuni.

### Sisteme SCSI nesimetrice

Sistemele SCSI nesimetrice folosesc semnale electrice nebalansate sau nesimetrice – o singură linie pentru fiecare semnal, astfel încât toate semnalele de pe magistrală folosesc în comun o singură linie de masă pentru retur. Sistemele SCSI diferențiale folosesc semnale electrice balansate sau diferențiale. Fiecare semnal de pe magistrala SCSI are o linie proprie de retur, izolată de masa de referință. Semnalele diferențiale folosesc perechi de fire torsadate. Cele mai multe implementări SCSI sunt nesimetrice, deoarece această soluție necesită numai jumătate din numărul de pini, cablare mai ieftină și circuite electronice mai simple decât implementările diferențiale.

La fel ca toate sistemele nesimetrice, sistemele SCSI nesimetrice sunt mai predispuse la zgomote și interferențe decât sistemele SCSI diferențiale. Ca rezultat, specificațiile sistemelor SCSI care folosesc semnale nesimetrice limitează lungimea totală a cablului la șase metri. Sistemele SCSI diferențiale pot folosi cabluri cu lungimea de până la 25 de metri. Între două dispozitive trebuie să aveți cel puțin o treime de metru (aproximativ 13 inci), așa că aceasta este lungimea minimă a unui cablu SCSI. Cablurile SCSI externe ar trebui să fie ecranate.

### Sisteme SCSI diferențiale

Cel mai rapid și mai fiabil sistem de semnale folosit de interfața paralelă SCSI se bazează pe semnale diferențiale. Semnalele diferențiale sunt mai fiabile la distanțe și viteze mari. Sistemele Fast SCSI folosesc, în general, semnale diferențiale. Deși standardul SCSI nu interzice folosirea semnalelor nesimetrice pentru sistemele Fast SCSI, în prezent nu există astfel de implementări.

Semnalele diferențiale reprezintă informația ca *diferența* de potențial dintre două conductoare electrice. Aceasta înseamnă că diferența de tensiune dintre două fire codifică informația transmisă. În sistemele diferențiale, semnalele de pe cele două conductoare sunt exact opuse unul celuilalt. Dacă sunt adunate, cele două semnale se anulează reciproc. Dacă sunt scăzute – pentru obținerea diferenței – cele două semnale se combină, rezultând o valoare absolută care este dublul valorii absolute de pe fiecare conductor. Zgomotele și interferențele, care de obicei se adaugă în cantitate egală la ambele semnale, sunt eliminate în urma scăderii semnalelor.

## Frecvența ceasului

Deși ar părea că vitezele maxime diferite ale dispozitivelor SCSI reprezintă o problemă și că limitează toate dispozitivele, indiferent cât de rapide, la viteza celui mai lent, problema nu apare niciodată. Adaptorul gazdă comunică la un moment dat cu un singur dispozitiv, iar aceste comunicații, atunci când au loc, monopolizează magistrala. În sistemele SCSI actuale, transferurile nu se fac direct între dispozitive, ci trec prin adaptorul gazdă. De exemplu, pentru salvarea unui hard-disc, discul trimite un bloc de

date către adaptorul gazdă, care stochează temporar datele în memoria sistemului. După ce discul termină de trimis blocul, adaptorul gazdă mută datele din memorie către unitatea de bandă. Ca urmare, cele două dispozitive SCSI – hard-discul și unitatea de bandă – comunică cu adaptorul gazdă independent unul de celălalt și pot opera la viteze diferite.

Un adaptor gazdă modern poate să-și adapteze viteza în funcție de dispozitivele cu care comunică. În general, adaptorul se configurează astfel încât să transfere datele la viteza maximă cu care poate opera dispozitivul.

Singura mare excepție de la regula „orice viteză“ este Ultra2 SCSI. Nu puteți să conectați un dispozitiv SCSI obișnuit la un port Ultra2 SCSI și să vă așteptați ca perifericele Ultra2 SCSI să funcționeze la viteză maximă. Totuși, problema nu este legată de viteză. Toate dispozitivele Ultra2 SCSI folosesc sisteme de semnale LVD (Low Voltage Differential – semnale diferențiale cu tensiune scăzută). Cele mai multe dispozitive SCSI obișnuite folosesc sisteme de semnale nesimetrice (SE). Atunci când conectați un dispozitiv SE la o magistrală Ultra2, magistrala revine la operarea SE; în caz contrar, se pot defecta adaptorul gazdă sau dispozitivul. Adaptorul gazdă ar trimite semnalele diferențiale negative într-un scurtcircuit direct, către pinii legați la masă ai dispozitivului nesimetric. Deși revenirea la operarea nesimetrică reduce posibilitatea de defectare, limitează și viteza potențială la viteza unui dispozitiv UltraSCSI obișnuit, deoarece vitezele mai mari al standardului Ultra2 SCSI au nevoie de integritatea suplimentară a semnalelor diferențiale.

## Suportul asigurat de sistemul de operare

Cele mai multe adaptoare gazdă SCSI, inclusiv cele integrate pe plăcile de bază, încorporează o funcție numită emulare WD1002 sau, mai simplu, „BIOS“. Ambele înseamnă același lucru: cipurile ROM sau memoria flash ale adaptorului gazdă conțin cod care instruiesc sistemul cum să folosească subsistemul SCSI pentru încărcarea PC-ului. Acest cod este suficient pentru ca PC-ul și sistemul de operare al acestuia să recunoască două hard-discuri, unul pentru încărcarea sistemului și încă unul. Totuși, suportul BIOS nu merge mai departe, deși unele servere proiectate special pentru operarea cu sisteme SCSI au coduri BIOS care vă permit și încărcarea de pe o unitate de CD SCSI. Fără un ajutor suplimentar, PC-ul și sistemul de operare nu vor putea să folosească alte dispozitive SCSI, chiar dacă PC-ul afișează la pornire o întreagă listă de dispozitive SCSI. Mai rău, codul firmware care vă pune la dispoziție două hard-discuri operează în mod real, folosind cod pe 16 biți. Performanțele sunt mult în urma celor așteptate de la un sistem pe 32 de biți în mod protejat.

Sistemul SCSI are nevoie de câteva drivere software pentru operarea corespunzătoare. În particular, sistemul de operare trebuie să încarce un driver care asigură corespondența între SCSI și operarea proprie, un altul care controlează componentele hardware ale adaptorului gazdă și câte unul pentru fiecare dispozitiv SCSI conectat. Driverele sunt instalate la fel ca oricare alte drivere, în timpul procesului de instalare hardware, prin sistemul de operare.

Dacă încă nu aveți un sistem de operare instalat pe calculator și aveți o unitate de CD SCSI, s-ar putea să fie nevoie să încărcați driverele înainte de a instala sistemul de operare de pe CD. Microsoft include driverele SCSI necesare pe discheta de pornire pentru versiunile Windows complete. Rețineți că Windows nu știe ce echipamente aveți decât după ce începe să ruleze pe PC, așa că încearcă să încarce o mulțime de drivere în timpul configurării; cele care sunt încărcate și rulate corespunzător sunt folosite în continuare.

## Funcționarea și arbitrarea

Toate dispozitivele conectate la o magistrală SCSI funcționează independent, fiind controlate de sistemul gazdă prin intermediul adaptorului SCSI. În loc să folosească semnale pe conductoare dedicate, care pot fi înțelese și de dispozitive la fel de simple ca un bec electric, sistemul SCSI presupune din partea dispozitivelor conectate un nivel ridicat de inteligență și folosește pentru controlul acestora un set propriu de comenzi – care, în esență, este un limbaj.

### Încărcarea

Cele mai multe drivere software caută dispozitivele țintă atunci când sunt încărcate în sistem. Ca urmare, toate dispozitivele SCSI externe ar trebui să fie în funcțiune atunci când porniți PC-ul. Porniți dispozitivele SCSI înainte să porniți PC-ul sau folosiți un comutator de alimentare care asigură pornirea simultană a întregului sistem de calcul – PC și periferice SCSI.

### Arbitrarea

Nu numai că interfața SCSI seamănă cu magistralele de extensie ale calculatoarelor mai mult decât interfețele de hard-disc tradiționale, dar seamănă foarte mult cu modelele moderne avansate, precum Micro Channel și NuBus. La fel ca ultimele magistrale pentru calculatoare, SCSI oferă o schemă de arbitrare. Arbitrarea permite dispozitivelor conectate la magistrală să determine care dintre ele poate să trimită date pe magistrală la un moment dat. În loc să fie controlate de calculatorul gazdă și să fie obligate să aștepte cât timp microprocesorul execută alte operații, dispozitivele conectate la magistrala SCSI își împart sarcinile de arbitrare.

Arbitrarea magistralei SCSI este realizată la nivel hardware. Fiecăruia dintre cele șapte dispozitive SCSI îi este alocat un număr de identificare unic, stabilit de obicei cu ajutorul jumperelor sau al comutatoarelor DIP de pe dispozitivele respective, într-o manieră asemănătoare cu cea în care sunt folosite jumperele Drive Select (Selectare unitate) de pe dispozitivele ST506.

Atunci când un dispozitiv, numit inițiator, vrea să obțină accesul la magistrală, așteaptă până când magistrala este eliberată, apoi se identifică trimițând un semnal pe una dintre liniile de date SCSI. În același timp, trimite pe o altă linie de date un semnal către dispozitivul cu care vrea să comunice, numit dispozitiv țintă. Cele opt linii de date ale conexiunii SCSI permit identificarea unică a șapte dispozitive SCSI și a adaptorului gazdă.

Rețineți că dispozitivele SCSI pot iniția arbitrarea independent de sistemul gazdă. De asemenea, două dispozitive SCSI pot schimba informații fără intervenția sistemului gazdă. Un hard-disc SCSI, de exemplu, poate executa o operație de salvare pe bandă fără nici un ajutor din partea calculatorului gazdă (deci fără să reducă performanțele acestuia). Mai bine decât operațiile executate în fundal, această formă de salvare reprezintă o prelucrare paralelă reală.

În plus, interfața SCSI permite reselectarea. Aceasta înseamnă că un dispozitiv care temporar nu are nevoie de accesul la magistrală poate să elibereze magistrala, să execute alte operații, apoi să preia din nou controlul magistralei. De exemplu, puteți să comandați formatarea unui disc, iar operația va fi executată fără ocuparea magistralei. Rezultatul este tot o prelucrare paralelă reală.

Fiind o interfață de nivel înalt, SCSI izolează calculatorul de funcționarea internă a echipamentelor periferice conectate. Standardul SCSI permite hard-discurilor să

monitorizeze pistele defecte independent de calculatorul gazdă. Unitatea de disc realocă pistele defecte și discul este văzut de calculatorul gazdă ca și cum ar fi în stare perfectă. În plus, unitățile de hard-disc pot fi proiectate astfel încât să detecteze automat sectoarele care sunt pe cale de a se defecta și să mute în altă parte datele conținute de acestea, fără ca utilizatorul sau calculatorul gazdă să intervină.

# Interfața pentru unitatea de dischetă

Conexiunile pentru unitatea de dischetă sunt considerate un punct mort în domeniul interfețelor de discuri. Circuitele, semnalele, conectoarele și cablurile pentru unitățile de dischetă au rămas aproape neschimbate după mai mult de un deceniu și jumătate. Cu un mic efort puteți conecta o unitate de dischetă de 160 KB rămasă de la primul PC la un calculator modern Pentium III Xeon.

Unul dintre motivele acestei stagnări este faptul că funcțiile unității de dischetă nu s-au schimbat de-a lungul anilor. Discheta a rămas un dispozitiv pentru încărcarea sistemului, pentru schimbul de date și pentru salvările de siguranță. La un moment dat, discheta era singura opțiune pentru toate aceste funcții. Lucrurile s-au mai schimbat între timp, și discheta este, în cel mai bun caz, o soluție de rezervă pentru fiecare dintre aceste funcții. Cerințele și celelalte echipamente hardware ale PC-ului au depășit de mult tehnologia unităților de dischetă. Este posibil ca în următorii ani unitatea de dischetă și interfața acesteia să rămână ceva de domeniul trecutului.

În plus, interfața pentru dischetă nu a rămas complet neschimbată. Viteza acesteia a crescut de două ori, conectoarele s-au schimbat, iar domeniul dispozitivelor care se pot conecta la aceasta s-a lărgit. De exemplu, schema de conectare a interfeței de dischetă este folosită și de o serie de sisteme mai ieftine de salvare pe bandă.

Rețineți că interfața folosită de unitățile de dischetă este în curs de transformare. Unitățile mai noi, de capacitate mai mare, pot folosi interfețele ATA sau SCSI. Unitățile externe de dischetă, folosite de unele PC-uri sub-notebook, se conectează prin interfața USB. Unele unități externe folosesc portul paralel. În final, s-ar putea ca una dintre aceste interfețe să înlocuiască în totalitate interfața convențională, dar în prezent toate PC-urile noi au pe undeva o interfață pentru unitatea de dischetă.

## Elemente de bază

În esență, dar și prin modul de operare, interfața unității de dischetă seamănă cu un port serial, cu câteva noi linii de comandă destinate funcțiilor speciale ale unității de dischetă. Pentru controlul celor două unități de dischetă conectate de obicei printr-un singur cablu la controller este nevoie de numai câteva semnale.

Două semnale Drive Select (Selectare unitate) sunt folosite pentru selectarea individuală a primei sau a celei de-a doua unități, respectiv A sau B. (În sistemele cu patru unități, semnalul pentru unitatea A de pe al doilea cablu controlează unitatea C, iar semnalul pentru unitatea B controlează unitatea D.) Dacă semnalul alocat unei anumite unități nu este prezent, toate circuitele de intrare și de ieșire ale unității sunt dezactivate, cu excepția celor care controlează motorul unității. În acest fel, două unități de dischetă pot să folosească fără interferențe cea mai mare parte a liniilor din cablul de legătură al controllerului. Pe de altă parte, această schemă de control înseamnă că o singură unitate de dischetă din fiecare pereche poate fi activă la un moment dat. Nu puteți să citiți de pe unitatea A și să scrieți pe unitatea B în același timp. Acesta este motivul pentru care datele de pe o dischetă trebuie să fie citite în memorie înainte de a putea fi copiate pe o altă dischetă.

Pentru fiecare unitate de dischetă este folosită o linie separată pentru pornirea sau oprirea motorului. Acestea se numesc Drive Select A și Drive Select B. Deși este posibil să forțați rotirea simultană a ambelor motoare, regulile stabilite de IBM sunt împotriva activării celor două linii pentru pornirea simultană a ambelor motoare. (În acest fel se economisește energie în sistemele cu restricții severe, dar ideea nu are nici o valoare în sistemele XT cu o singură unitate de dischetă.) Cele două unități de dischetă ale PC-ului pot funcționa simultan o scurtă perioadă de timp, datorită întârzierii prevăzute din proiectare – motorul continuă să funcționeze câteva secunde după dezactivarea semnalului Motor Enable.

Două semnale ale interfeței controlează poziția capetelor de citire/scriere pentru fiecare dintre unitățile de dischetă atașate. Primul dintre acestea, Step Pulse (Impuls de pas), cere motorului pas cu pas al unității pentru care este activ semnalul Drive Select să facă încă un pas – ceea ce înseamnă exact o pistă – către centrul discului sau către marginea acestuia. Semnalul Direction (Direcție) controlează sensul de deplasare a capului de citire/scriere. Dacă semnalul Direction este activ, capul se deplasează către centrul discului.

Semnalul Write Select determină ce față a dischetei urmează să fie folosită. Dacă semnalul este activ, unitatea de dischetă folosește capul de deasupra. Dacă semnalul nu este prezent, unitatea folosește capul de dedesubt (prestabilit).

Pentru scrierea pe dischetă sunt folosite două semnale. Write Data (Date pentru scriere) conține informațiile care urmează să fie scrise magnetic pe dischetă. Aceste informații sunt serii de impulsuri care corespund exact tranzițiilor de flux ce urmează să fie înregistrate pe dischetă. Capul de citire/scriere nu face decât să reflecte magnetic aceste semnale. Ca o măsură de siguranță împotriva scrierii accidentale peste date valoroase, este folosit încă un semnal, Write Enable (Activare scriere). Nici un curent de scriere nu este trimis către capul de citire/scriere dacă acest semnal nu este activ.

Patru semnale sunt transmise prin interfață înapoi de la unitatea de dischetă către controller. Două dintre acestea ajută controllerul să determine poziția capului de citire/scriere. Semnalul Track 0 (Pista 0) indică poziționarea capului de citire/scriere deasupra pistei de la marginea exterioară a dischetei, astfel încât controllerul să știe de unde să înceapă numărarea impulsurilor de deplasare a capului. Semnalul Index permite unității de dischetă să localizeze fiecare bit de pe o pistă a dischetei. Pe linia Index este generat un impuls la fiecare rotație a discului. Controllerul poate să măsoare distanța dintre impulsurile de date pe baza referinței furnizate de semnalul Index.

Pe lângă acestea, semnalul Write Protect (Protejare la scriere) este generat de un senzor care detectează prezența sau absența clapetei de protejare la scriere. Dacă clapeta este prezentă, semnalul este activ. Semnalul Read Data (Date citite) conține o serie de impulsuri electrice corespunzătoare tranzițiilor de flux de pe dischetă.

## Controllerele

Principalul scop al controllerului pentru unitatea de dischetă este să convertească cererile trimise de BIOS sau comenzile hardware directe, primite ca numere de piste și de sectoare, în impulsuri de deplasare a capului de citire/scriere în poziția corectă de pe dischetă. Pentru o operare eficientă, controllerul trebuie să memoreze poziția capului, să îl deplaseze atât cât este necesar și să raporteze eventualele erori.

În funcția de translație, controllerul unității de dischetă trebuie să deducă informațiile logice din fluxul de impulsuri neformatate livrate de unitate. Mai întâi trebuie să

determine începutul fiecărei piste pe baza impulsului Index, apoi să marcheze fiecare sector din informațiile înglobate în fluxul de date. După identificarea sectorului cerut, controllerul trebuie să citească informațiile pe care le conține acesta și să le translateze din forma serială într-o formă paralelă, care poate fi transmisă pe magistrala PC-ului. La scriere, controllerul trebuie să identifice mai întâi sectorul pe care se face scrierea – ceea ce înseamnă o operație de citire – apoi să activeze curentul de scriere care înregistrează datele pe disc, înainte de începerea următorului sector.

Cea mai mare parte a funcțiilor unui controller sunt executate de un singur circuit integrat, cipul 765. Acesta funcționează ca un microprocesor, executând anumite funcții ca răspuns la comenzile pe care le primește prin intermediul regiștrilor conectați la porturile de intrare/ieșire ale calculatorului. Posibilitatea de programare a cipului 765 face din controllerul unității de dischetă un dispozitiv foarte flexibil, capabil să se adapteze la schimbările de medii sau de formate de stocare apărute în timpul evoluțiilor din industria PC-urilor. Nici unul dintre parametrii esențiali ai unității de dischetă nu sunt „bătuți în cuie“ în siliciul controllerului. Numărul de capete, piste și sectoare de pe o dischetă este stabilit prin încărcarea unor valori în regiștrii cipului 765. Valorile care urmează să fie folosite de controller sunt încărcate, în mod normal, la pornirea calculatorului. De obicei nu trebuie să vă faceți probleme în privința acestor numere după încărcare. Cu codul BIOS și circuitele de suport corespunzătoare, același controller poate fi folosit atât pentru arhaicele unități de opt inci, cât și pentru ultimele unități cu densitate foarte mare (2,88 MB) de 3,5 inci. Deoarece modelele mai vechi nu pot prevedea potențialul viitoarelor formate pentru dischete, nu orice controller este compatibil cu toate formatele. Pentru a beneficia de avantajele ultimelor configurații, aveți nevoie de o versiune DOS sau a altui sistem de operare care acceptă aceste configurații. (A se vedea Capitolul 25, „Alimentarea“.)

Produse software speciale pot să reprogrameze controllerul pentru a-l face să citească, să scrie sau să formateze dischete diferite de formatul standard pentru PC. Cel mai cunoscut dintre aceste formate este Distribution Media Format, utilizat de Microsoft pentru a înregistra informații suplimentare pe dischetele folosite pentru distribuirea produselor software.

În implementarea originală, controllerul pentru unitatea de dischetă avea nevoie de o placă de extensie proprie. Foarte curând, proiectanții au mutat circuitele necesare pe placa de bază. În final, acestea au devenit o parte de bază a oricărui set de cipuri. Aproape toate PC-urile moderne folosesc această tehnică și asigură pe placa de bază un conector pentru unitățile de dischetă.

## Cablarea

Sistemul pentru dischete al primului PC reprezintă un standard pentru aproape toate sistemele de dischetă. Acesta a fost proiectat astfel încât instalarea unităților de dischetă să se facă cu un efort minim de gândire – ceea ce arată ce cred producătorii despre muncitorii de la liniile de asamblare. Dacă înțelegeți câteva reguli simple, puteți să faceți o treabă cel puțin la fel de bună ca a acestora.

### Jumperele de selectare a unităților de dischetă

Sistemul de cablare folosit pentru subsistemul de dischete presupune că o unitate atașată știe deja dacă va fi unitatea A sau unitatea B. Totuși, din motive de compatibilitate, toate unitățile de dischetă sunt proiectate identic, pe baza unui model comun pentru toate literele de unitate. Pentru a permite unei anumite unități să se identifice ca unitatea A

sau B, fabricanții de unități și-au echipat produsele cu comutatoare DIP sau jumpere pentru selectarea literei de unitate corespunzătoare. Cu ajutorul acestor jumpere, cele mai multe unități de dischetă vă permit să selectați una dintre cele patru identități posibile.

Din motive legate de funcțiile pe care le îndeplinesc – activarea și dezactivarea anumitor conexiuni ale cablului – jumperele de selectare a unităților de disc se află în apropierea conectorului de margine la care se atașează cablul. De obicei, veți descoperi o întreagă matrice de jumpere sau comutatoare, probabil ambele, fiecare etichetat cu o combinație nu foarte sugestivă de două sau trei litere și numere. Jumperele de selectare pot fi identificate (atunci când sunt etichetate) după prefixul DS. De aici, diferiții producători de unități de disc au mers în două direcții. Unii încep numerotarea jumperelor sau a comutatoarelor de la unu și se opresc la patru; alții încep numerotarea de la zero și se opresc la trei.

## Parametrii pentru selectarea unității

În modul de lucru al PC-urilor, unitatea de dischetă sau cablul determină care dintre cele două unități este A și care este B.

Pentru instalarea unei unități de dischetă într-un sistem PC standard, trebuie să o configurați întotdeauna ca fiind a doua unitate, indiferent dacă va funcționa ca unitatea A sau B. Dacă jumperele de selectare a unității de disc sunt numerotate începând cu zero, toate unitățile de dischetă trebuie să fie configurate pe poziția unu. Dacă jumperele de selectare a unității de disc sunt numerotate începând cu unu, toate unitățile de dischetă trebuie să fie configurate pe poziția doi.

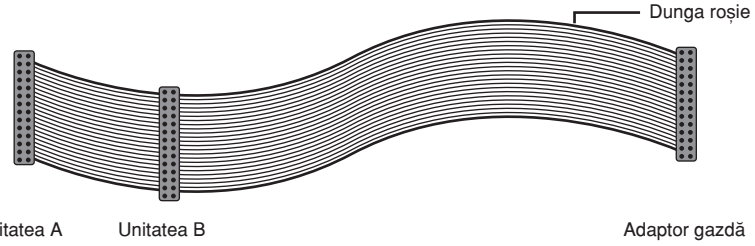
## Cablarea unității

Identitatea unităților de dischetă este stabilită prin răsucirea unui grup de cinci conductori între cele două conectoare de pe cablu. Prin această răsucire sunt inversate semnalele pentru selectarea unității și pentru controlul motorului și sunt rearanjate câteva dintre conductoarele de masă (ceea ce nu are nici un efect).

Deoarece toate unitățile de dischetă sunt configurate ca fiind a doua unitate din sistem, unitatea conectată după răsucirea cablului devine unitatea A. Cu alte cuvinte, unitatea A este atașată la capătul cablului, după răsucirea grupului de cinci conductoare. Unitatea B este atașată la conectorul de la mijlocul cablului. Al treilea conector, aflat la capătul nerăsucit al cablului, este destinat controllerului sau adaptorului gazdă. Figura 9.24 prezintă cablul folosit pentru unitățile de dischetă și modul corect de conectare.

**FIGURA 9.24**

*Cablul folosit pentru unitățile de dischetă și modul corect de conectare.*




## Cablurile pentru o singură unitate și cablurile directe

În cazul hard-discurilor, puteți să folosiți un cablu direct (adică un cablu fără răsucirea dintre conectoare) pentru operarea unei singure unități de disc, mutând jumperul de selectare a unității de disc pe prima poziție. Această metodă nu este valabilă pentru unitățile de dischetă. Partea răsucită a cablului mută nu numai conductorul de selectare,

ci și linia pentru controlul motorului. Ca urmare, nu puteți să folosiți un cablu direct pentru conectarea unei singure unități de dischetă.

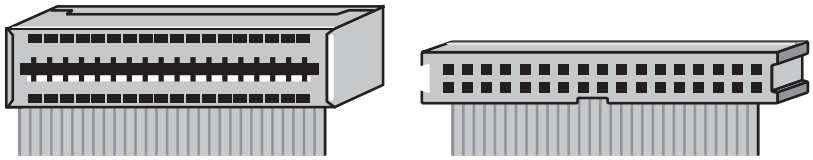
Dacă folosiți un cablu propriu pentru conectarea unei singure unități, trebuie să vă supuneți regulii IBM de selectare a unităților, adică să răsuciți cablul la un capăt.

## Conectoare

Aspectele fizice ale interfețelor folosite pentru unitățile de dischetă au cunoscut modificări subtile de-a lungul anilor. Controllerele pentru unitățile de dischetă ale calculatoarelor PC originale foloseau un conector de margine pentru legătura cu cablul. Începând din 1984, controllerele folosesc, în general, conectoare cu pini, deși conectoarele de margine apar și la unități produse în anii 1990. În aceeași direcție s-au schimbat și conectoarele unităților de dischetă. Aproape toate unitățile de 5,25 inci folosesc conectoare de margine, în timp ce cele mai multe unități de 3,5 inci folosesc conectoare cu pini. Figura 9.25 prezintă diferențele dintre cele două tipuri de conectoare.

**FIGURA 9.25**

*Conector de margine (stânga) și conector cu pini (dreapta) pentru cablurile unităților de dischetă.*



Indiferent de tipul conectorului folosit de adaptorul gazdă sau de unitatea de dischetă, aceleași semnale sunt transmise pe aceiași pini. În acest fel se păstrează o configurație unitară a cablurilor și acestea pot include ambele tipuri de conectoare, fără complicații mai mari decât răsucirea unor fire între unitățile A și B. Tabelul 9.19 prezintă alocarea pinilor pentru adaptorul gazdă și pentru conectorul unității de dischetă.

**Tabelul 9.19** Alocarea pinilor pentru conectorul de cablu al unităților de dischetă

| *Conector pentru unitatea A* | *Conector pentru unitatea B* | *Adaptor gazdă intern* | *Adaptor gazdă extern (XT)* | *Funcție* |
|---|---|---|---|---|
| ***34 pini*** | ***34 pini*** | ***34 pini*** | ***37 pini*** | |
| 1 | 1 | 1 | 20 | Masă |
| 2 | 2 | 2 | 1 | Nefolosit |
| 3 | 3 | 3 | 21 | Masă |
| 4 | 4 | 4 | 2 | Nefolosit |
| 5 | 5 | 5 | 22 | Masă |
| 6 | 6 | 6 | 3 | Nefolosit |
| 7 | 7 | 7 | 23 | Masă |
| 8 | 8 | 8 | 6 | Index |
| 9 | 9 | 9 | 24 | Masă |
| 16 | 10 | 10 | NC | Activare motor A (Motor Enable A) |
| 15 | 11 | 11 | 25 | Masă |

*continuare*

**Tabelul 9.19** Continuare

| *Conector pentru unitatea A* | *Conector pentru unitatea B* | *Adaptor gazdă intern* | *Adaptor gazdă extern (XT)* | *Funcție* |
|---|---|---|---|---|
| ***34 pini*** | ***34 pini*** | ***34 pini*** | ***37 pini*** | |
| 14 | 12 | 12 | NC | Selectare unitate B (Drive Select B) |
| 13 | 13 | 13 | 26 | Masă |
| 12 | 14 | 14 | NC | Selectare unitate A (Drive Select A) |
| 11 | 15 | 15 | 27 | Masă |
| 10 | 16 | 16 | NC | Activare motor B (Motor Enable B) |
| 17 | 17 | 17 | 28 | Masă |
| 18 | 18 | 18 | 11 | Direcție (motor pas cu pas) |
| 19 | 19 | 19 | 29 | Masă |
| 20 | 20 | 20 | 12 | Impuls de pas pentru motor |
| 21 | 21 | 21 | 30 | Masă |
| 22 | 22 | 22 | 18 | Scriere date (Write Data) |
| 23 | 23 | 23 | 31 | Masă |
| 24 | 24 | 24 | 14 | Activare scriere (Write Enable) |
| 25 | 25 | 25 | 32 | Masă |
| 26 | 26 | 26 | 15 | Pista 0 (Track 0) |
| 27 | 27 | 27 | 33 | Masă |
| 28 | 28 | 28 | 16 | Protejare la scriere (Write Protect) |
| 29 | 29 | 29 | 34 | Masă |
| 30 | 30 | 30 | 17 | Citire date (Read Data) |
| 31 | 31 | 31 | 35 | Masă |
| 32 | 32 | 32 | 13 | Selectare cap 1 (Select Head 1) |
| 33 | 33 | 33 | 36 | Masă |
| 34 | 34 | 34 | 4 | Nefolosit |
| NC | NC | NC | 5 | Nefolosit |
| NC | NC | NC | 7 | Activare motor C (Motor Enable C) |
| NC | NC | NC | 8 | Selectare unitate D (Drive Select D) |

| *Conector pentru unitatea A* | *Conector pentru unitatea B* | *Adaptor gazdă intern* | *Adaptor gazdă extern (XT)* | *Funcție* |
|---|---|---|---|---|
| ***34 pini*** | ***34 pini*** | ***34 pini*** | ***37 pini*** | |
| NC | NC | NC | 9 | Selectare unitate C (Drive Select C) |
| NC | NC | NC | 10 | Activare motor D (Motor Enable D) |
| NC | NC | NC | 37 | Masă |

Pe lângă conectorul de margine sau cu pini de pe placă, unele controllere de dischetă oferă și un alt conector, cu 37 de pini, pe brida de prindere a plăcii. Acesta conține toate semnalele necesare pentru cuplarea a încă două unități de dischetă. Cele mai multe controllere mai noi oferă posibilități de conectare doar pentru două unități, deși există câteva controllere pentru patru unități, produse de firme terțe.

### Terminatoare

În sistemul de unități de dischetă dezvoltat pentru primele PC-uri trebuia să fie asigurată terminarea corespunzătoare. Ultima unitate de pe cablu (care era, de obicei, unitatea A) trebuia să fie terminată. Cealaltă unitate de dischetă de pe cablu trebuia să nu fie terminată.

Din motive practice, terminarea nu mai este o problemă. S-a dovedit că prezența unui terminator suplimentar are un efect redus asupra funcționării, așa că producătorii au inclus un terminator pe toate unitățile de dischete și au proiectat controllerele astfel încât să funcționeze corespunzător, indiferent dacă pe un anumit cablu există unul sau două terminatoare.

## Conexiuni de alimentare

Toate unitățile de disc au nevoie de energie pentru motoare și pentru circuitele electronice de control și cele mai multe unități de disc, indiferent de dimensiune și interfață, folosesc același tip de conexiune pentru alimentare. Excepție de la această regulă fac dispozitivele încorporate în plăci PC Card, unitățile portabile PC AT Attachment și unitățile SSA, pentru care pinii de alimentare sunt integrați în conectoarele de semnale ale interfețelor. Aproape toate celelalte unități folosesc mufe standard de alimentare – un conector de plastic cu patru fire separate, dintre care unul este redundant, sau un conector miniatură cu trei conexiuni. În această carte problemele legate de conectoarele de alimentare și cerințele de energie sunt discutate în Capitolul 25, în secțiunile „Surse de alimentare“ și „Protejarea alimentării“.

# Capitolul 10
# Hard-discurile

*În cele mai multe PC-uri, hard-discul este principalul sistem de stocare masivă. Acesta păstrează toate programele și fișierele de date și trebuie să le furnizeze sistemului într-o clipă. Hard-discurile diferă prin tehnologie, interfață, viteză și capacitate – aspecte care sunt legate unul de altul.*

Printre aspectele importante de care trebuie să țineți seama atunci când alegeți un nou hard-disc, pentru înlocuirea sau modernizarea celui pe care îl aveți în PC, se numără:

| *Aspect* | *Recomandare* |
|---|---|
| Interfața | Determină dacă o anumită unitate poate fi conectată la PC-ul dumneavoastră. Asigurați-vă că interfața folosită de unitate se potrivește cu cea folosită de adaptorul gazdă din PC – producătorii de PC-uri preferă unitățile ATA (sau UDMA); stațiile de lucru și serverele folosesc cu precădere interfețe SCSI. |
| Rata de transfer al datelor | Un aspect legat de interfețe. Interfețele moderne vă permit să conectați o unitate care respectă orice versiune a standardului, dar obțineți performanțe maxime numai dacă atât unitatea, cât și PC-ul respectă același nivel al standardului. De exemplu, performanțele unei unități UDMA/66 sunt irosite într-un PC care asigură suportul numai pentru UDMA/33, așa cum și performanțele unei unități Ultra 2 SCSI sunt pierdute într-un sistem Ultra SCSI simplu. |
| Conectorul | Parte a interfeței, dar un aspect separat, în special pentru unitățile SCSI. Deși puteți să adaptați o unitate SCA la un sistem de cabluri cu 68 de pini (și invers), aveți nevoie de un adaptor care costă 40-50$. |
| Capacitatea | Cumpărați cel mai mare hard-disc pe care vi-l puteți permite. Unul sau doi gigaocteți în plus vor împiedica depășirea hard-discului pentru câteva săptămâni sau luni. |
| Viteza | Deși nu mai este o problemă atât de importantă ca înainte, dacă toate celelalte condiții sunt identice, este de preferat să aveți o unitate cât mai rapidă. Cea mai ușoară (deși nu întotdeauna cea mai bună) modalitate de măsurare este viteza de rotație. O unitate cu 7.200 RPM este de calitate superioară; o unitate cu 10.000 RPM îi va face invidioși pe ceilalți copii din bloc. |
| Împachetarea | O unitate nouă sau de modernizare trebuie să încapă acolo unde vreți să o instalați. Deși problema este importantă în special pentru PC-urile notebook, în care spațiul este foarte limitat, și sistemele desktop de dimensiuni mai mici pot să limiteze opțiunile pe care le aveți la alegerea hard-discurilor. |
| Codul BIOS | Nu al unității, ci al PC-ului – codul BIOS trebuie să vă permită să folosiți întreaga capacitate a hard-discului. Codurile BIOS mai vechi ar putea să vă împiedice să folosiți tot spațiul de pe hard-disc. |

Un PC fără hard-disc este un non-sens – tot ceea ce rămâne din memoria pe termen lung sunt scurte amintiri ce pot fi încărcate (cu mari eforturi și la viteze mici) de pe dischete, benzi sau prin introducerea de la tastatură. Ceea ce rămâne este o curiozitate care trebuie îngrijită până la dispariție – probabil a dumneavoastră – deoarece un PC fără hard-disc vă va face să vă doriți moartea.

Hard-discul este principalul dispozitiv de stocare masivă pentru PC-urile actuale. Nici un alt echipament periferic nu poate ajunge la combinația utilă de viteză, capacitate și comoditate de instalare oferită de hard-discuri. Hard-discul PC-ului stochează fișierele și extinde capacitatea memoriei RAM prin memoria virtuală. Hard-discurile oferă sute sau chiar mii de megaocteți. Într-o secundă, hard-discul poate să își amintească și să furnizeze sistemului informații echivalente cu întregul conținut al unui manual de fizică sau al unui roman. De asemenea, hard-discul are posibilitatea să renunțe la informațiile mai vechi și să le înlocuiască cu versiuni mai noi, menținând actualitatea sistemului. Acestea sunt probleme destul de dificile, mai ales pentru un dispozitiv care poate să nu fie mai mare decât un pachet de cărți de joc și consumă mai puțin curent decât o lampă de veghe.

Probabil cea mai uimitoare proprietate a hard-discurilor este capacitatea acestora de a ține pasul cu programele contemporane. Primele PC-uri nici nu aveau hard-discuri. Primele hard-discuri erau cât jumătate de cutie de pantofi și puteau stoca 10 megaocteți, adică mai puțin decât aveți nevoie pentru un singur program Windows. Hard-discurile actuale ocupă un spațiu de zece ori mai mic și păstrează de 100 de ori mai multe date. De fapt, unitatea de măsură standard pentru capacitatea hard-discurilor a crescut de 1000 de ori, de la megaocteți la gigaocteți. În același timp, costul hard-discurilor a scăzut – nu numai costul per megaoctet, ci și prețul de bază al unei unități standard.

În funcție de ceea ce aveți nevoie și doriți, hard-discurile pot fi ieftine sau scumpe. Ca și cauciucurile, uneltele și prietenii, acestea sunt disponibile pentru diferite mărimi și viteze. Dacă răscoliți anunțurile publicitare puteți găsi unități de hard-disc vechi de un deceniu care încă mai pot fi conectate la calculatorul dumneavoastră și la prețuri care l-ar face pe Scrooge să zâmbească – și veți plânge așteptând ca tehnologia antică să ajungă din urmă un microprocesor modern.

De fapt, hard-discurile actuale au foarte puține în comun cu discurile produse cu cinci ani în urmă. Hard-discurile moderne ocupă mai puțin spațiu, răspund mai rapid, au capacități de câteva ori mai mari, rezistă de câteva ori mai mult timp și sunt mai puțin expuse la defecte decât hard-discurile mai vechi. Un hard-disc modern nici nu se conectează la PC la fel ca unul dintre primele hard-discuri. Noile interfețe, într-o evoluție constantă, promit creșterea vitezei și simplifică instalarea.

În timp ce standardele de viteză și de calitate pentru hard-discuri nu au fost niciodată mai ridicate, alegerea unui anumit model este din ce în ce mai grea. Pe măsură ce numărul produselor disponibile crește, diferențele dintre modelele de pe același nivel se micșorează. Alegerea unui hard-disc corespunzător cere mai mult ca niciodată înțelegerea funcționării interne, a mecanismelor și tehnologiei și a opțiunilor care se potrivesc cel mai bine cu calculatoarele moderne.

## Elemente de bază

Datorită posibilităților de acces aproape aleatoriu la date, unitățile de disc magnetic au intrat în compunerea calculatoarelor cu mult înainte de apariția PC-urilor. Totuși, primele unități nu reușeau să facă cererilor de date și se uzau rapid. Capetele de

citire/scriere atingeau discurile și le polizau, lăsând numai praf acolo unde o dată fuseseră stocate date. Pentru a permite viteze mari de acces, unele unități de disc foloseau zeci de capete de citire/scriere aliniate de-a lungul razelor discului, fiecărui cap fiindu-i dedicată o porțiune a discului. Aceste modele ofereau viteză mare de acces, în funcție de viteza de rotație a discului (care încă rămâne o problemă) și aveau nevoie de operații minime de întreținere, deoarece aveau puține elemente mobile. Dar dimensiunea capetelor și costul instalării unei matrice de capete creșteau foarte mult costul acestor modele. Aceasta nu este o problemă pentru calculatoarele mainframe, al căror preț ajunge la milioane de dolari, dar ar ridica atât de mult prețul PC-urilor, încât acestea nu ar mai fi accesibile decât celor care țin în garaj o navetă spațială.

Pasul înainte a fost făcut de IBM prin laboratoarele Hursley, aflate în Anglia, în apropiere de Winchester. Cercetătorii de la aceste laboratoare au folosit un singur cap pentru scanarea fiecărui inci pătrat de pe suprafața discului (englezii nu au trecut încă la sistemul metric). Adevărata inovație a fost eliminarea contactului fizic dintre capul de citire/scriere și suprafața discului, evitând astfel uzura discului prin frecare. Acest model a stabilit pentru sistemele de stocare ale calculatoarelor un standard care a durat mai mult de trei decenii. Capul de citire/scriere „plutește" pe o pernă de aer, astfel încât nu atinge niciodată discul. Mai mult, datorită eliminării frecării, capul poate să se deplaseze rapid în diferite poziții pe disc.

Modelul original avea două variante, un disc „fix", păstrat permanent în interiorul unității de disc, și un disc amovibil care poate fi demontat pentru schimbul de date sau pentru arhivare. Ambele variante puteau stoca 30 MB pe discuri cu dimensiunea de 14 inci. În timpul dezvoltării, acest model a fost numit 30/30, pentru a reflecta cele două variante de stocare. Pornind de la faptul că Remington a folosit același nume pentru faimoasa carabină cu repetiție – arma care a cucerit Vestul – acest tip de unitate a devenit cunoscută sub numele de *unitate de disc Winchester*.

Inițial, numele „Winchester" se referea la un anumit model de unitate. Ulterior acest nume a fost generalizat pentru toate tipurile de hard-discuri. În industria calculatoarelor, termenul a fost rezervat pentru unitățile care folosesc același model de cap ca și unitățile Winchester originale. Noile unități de disc – inclusiv *toate* modelele existente în PC-urile actuale – nu mai folosesc sistemul de capete Winchester.

În afară de Winchester, s-ar putea să auziți și alte denumiri care se referă la ceea ce numim astăzi „hard-disc". Mulți dintre cei de la IBM se referă la acestea cu termenul „discuri fixe". Dacă un specialist vrea să creeze confuzie, s-ar putea să folosească un alt termen împrumutat din zilele de început ale calculatoarelor, *DASD*, care provine de la Direct Access Storage Device (dispozitiv de stocare cu acces direct). Indiferent de numele folosit, toate hard-discurile actuale sunt asemănătoare ca principii, tehnologie și operare.

# Tehnologii

Hard-discul este de fapt un dispozitiv combinat, având o parte electronică și o parte mecanică. Din punct de vedere electric, hard-discul îndeplinește nobila misiune de a transforma impulsurile evanescente ale datelor numerice electronice în câmpuri magnetice permanente. Ca și alte dispozitive magnetice de înregistrare – indiferent dacă folosesc casete sau dischete – hard-discul folosește un electromagnet, numit cap de citire/scriere, ca să alinieze polaritățile particulelor magnetice de pe discuri. Alte circuite electronice ale sistemului de hard-discuri controlează partea mecanică a unității și contribuie la organizarea corespunzătoare a informațiilor stocate și la localizarea datelor stocate pe disc.

## Mecanismul

Mecanismul unui hard-disc tipic este de fapt destul de simplu, acesta conținând mai puține părți în mișcare decât un echipament exotic precum un aparat de ras electric sau o ascuțitoare de creioane. Elementele de bază sunt o stivă de unul sau mai multe discuri – hard-discurile propriu-zise. Fiecare dintre aceste discuri reprezintă un substrat pe care este depus un mediu magnetic care permite înregistrarea datelor. Toate discurile se rotesc unitar pe un singur ax, numit dispozitiv de antrenare (spindle). De obicei, axul este conectat direct la un motor care rotește întregul ansamblu.

### Rotația

Aproape invariabil, hard-discurile se rotesc cu o singură viteză, măsurată în rotații pe minut sau RPM. Această viteză nu se modifică în timpul funcționării discului, deși unele discuri se pot opri pentru economisirea energiei. Rotația constantă este numită tehnic *înregistrare la viteză unghiulară constantă*. Această tehnologie stabilește viteza de rotație a discului la o valoare constantă, astfel încât într-o perioadă dată de timp, capul de citire/scriere parcurge un arc de aceeași mărime (măsurată în grade) dintr-o pistă oarecare a discului. Lungimea reală a arcului, măsurată liniar (în inci sau în centimetri) depinde de poziția radială a capului. Deși arcul de cerc folosit pentru înregistrarea unui bit are aceeași mărime unghiulară (în grade), atunci când capul de citire/scriere se află mai departe de centrul discului, lungimea liniară a arcului (în inci sau milimetri) este mai mare. În ciuda lungimii mai mari a arcurilor către marginea exterioară a discului, la fiecare rotație a discului se înregistrează același număr de biți, deci aceeași cantitate de informație. Un cerc complet la marginea exterioară a discului conține același număr de biți ca și un cerc complet de la marginea interioară a discului.

Echipamentele cu viteză unghiulară constantă sunt ușor de construit, deoarece discul se rotește cu un număr constant de rotații pe minut (RPM). Cel mai bun exemplu de înregistrare cu viteză unghiulară constantă sunt plăcile de fonograf – discurile se rotesc cu viteze invariabile de 33, 45 sau 78 RPM. Aproape toate hard-discurile și toate discurile magneto-optice ISA standard folosesc înregistrarea cu viteză unghiulară constantă.

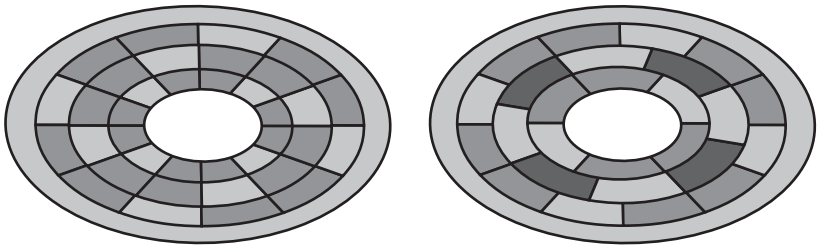
O tehnologie mai eficientă, numită *înregistrare cu viteză liniară constantă*, modifică viteza de rotație a discului în funcție de distanța capului de citire/scriere față de centrul discului, astfel încât într-o perioadă dată de timp pe sub cap trece un arc de aceeași lungime. Atunci când capul de citire/scriere se află mai aproape de marginea exterioară a discului, unde circumferința este mai mare, viteza de rotație mai mică permite înregistrarea unui număr mai mare de biți la fiecare rotație. Folosind această tehnologie, un disc de o dimensiune dată poate stoca o cantitate mai mare de informații.

Figura 10.1 ilustrează diferența dintre cele două metode de înregistrare. Lungimea sectoarelor variază în cazul vitezei unghiulare constante, dar rămâne aceeași în cazul vitezei liniare constante. Numărul de sectoare este același pentru toate pistele în cazul vitezei unghiulare constante, dar se modifică în cazul vitezei liniare constante.

Înregistrarea cu viteză liniară constantă nu este potrivită pentru hard-discuri. Pentru citirea sau scrierea corespunzătoare pe suprafața discului, acesta trebuie să se rotească cu viteza corespunzătoare. În mod obișnuit, capul de citire/scriere sare de la pistele exterioare la cele interioare, în funcție de cererile de scriere sau de citire ale programelor. Accelerarea sau decelerarea discului până la atingerea vitezei de rotație corespunzătoare ar impune timpi de așteptare mari, probabil de ordinul secundelor, din cauza inerției, ceea ce ar duce la creșterea timpului mediu de acces la valori foarte mari. Din acest

motiv, înregistrarea cu viteză liniară constantă este folosită pentru medii de capacitate mare pentru care nu este important accesul aleatoriu rapid. Cel mai cunoscut dispozitiv de acest tip este compact discul, care sacrifică posibilitățile de acces instantaneu pentru obținerea unui spațiu suficient de mare pentru stocarea simfoniei dumneavoastră favorite.

**FIGURA 10.1**
*Comparație între metodele de înregistrare cu viteză unghiulară constantă și cu viteză liniară constantă.*




Hard-discurile moderne folosesc un compromis între înregistrarea cu viteză unghiulară constantă și înregistrarea cu viteză liniară constantă. Deși păstrează o viteză de rotație constantă, aceste discuri modifică temporizarea biților individuali în funcție de distanța față de centrul discului la care sunt scriși. Prin scurtarea duratei biților (măsurată în microsecunde) pe pistele mai lungi ale discului, se poate obține o mărime liniară constantă (măsurată în inci) pentru fiecare bit. Această tehnică de compromis stă la baza tehnologiei de *înregistrare pe zone multiple* (multiple zone recording), despre care vom discuta în detaliu ceva mai târziu în acest capitol.

## Viteza

Primele unități de discuri (pe vremea modelului original IBM Winchester) foloseau motoare sincrone. Aceasta înseamnă că motorul era proiectat astfel încât să se sincronizeze cu frecvența curentului alternativ de alimentare. Ca rezultat, cele mai multe motoare folosite de primele hard-discuri roteau discul cu o viteză egală cu frecvența liniei de alimentare, 3.600 rotații pe minut, care reprezintă frecvența de 60 Hz a rețelei electrice standard în Statele Unite ale Americii.

Motoarele sincrone sunt mari, grele și scumpe. În plus, acestea funcționează la tensiunea nominală a rețelei electrice – 117 volți curent alternativ – care nu este o tensiune recomandabilă pentru echipamentele dintr-un calculator, unde câțiva volți pot duce la blocarea sistemului. Pe măsură ce hard-discurile au fost miniaturizate, producătorii au adoptat o nouă tehnologie – motoare servocomandate de curent continuu – care elimină aceste probleme. Motoarele servocomandate folosesc reacția inversă pentru a menține o viteză de rotație constantă și precisă. Aceasta înseamnă că unitatea de disc conține un senzor care monitorizează viteza de rotație și o ajustează dacă diferă față de specificațiile modelului.

Deoarece motoarele servocomandate nu depind de frecvența liniei electrice, producătorii pot să folosească orice viteză de rotație pentru unități. Primele hard-discuri cu motoare servocomandate foloseau tot viteza standard de 3.600 RPM, pentru a se putea conecta cu interfețele proiectate în jurul acestei viteze de rotație. După ce standardele de interfețe au trecut de la nivelul dispozitivului la nivelul sistemului, corespondența dintre viteza de rotație și rata de transfer al datelor a devenit irelevantă. În cazul interfețelor la nivel de sistem, datele brute sunt deja separate, deserializate și stocate în buffere chiar de unitatea de disc. Viteza datelor în interiorul unității este independentă de lumea exterioară. În acest model, proiectanții au un motiv puternic să crească viteza de rotație a discurilor. Cu cât discul se rotește mai repede, cu atât este mai mic timpul care trece între

scanarea a două puncte oarecare de pe disc. Un disc care se rotește mai repede înseamnă o unitate cu timp de răspuns mai mic și care poate transfera mai rapid informațiile. Datorită libertății de proiectare oferite de interfețele moderne, producătorii pot alege orice viteză de rotație fără să-și facă probleme privind compatibilitatea semnalelor. Ca urmare, hard-discurile de mare performanță se rotesc cu viteze mult mai mari decât vechile standarde – unele ajung la 10.000 sau 12.000 RPM.

Rețineți că viteza de rotație a discurilor nu poate fi crescută la infinit. Forța centrifugă tinde să dezmembreze orice obiect care se rotește cu viteză mare, și hard-discurile nu fac excepție de la această regulă. Proiectanții trebuie să facă un compromis între obținerea unor performanțe mai bune și tendințele auto-distructive ale mecanismelor cu viteze mari de rotație. Mai mult, informațiile suplimentare din sistemele de discuri pentru PC-uri tind să anuleze creșterile de viteză obținute prin rotirea mai rapidă. Conform unor dezvoltatori, viteza optimă de rotație (cel mai bun raport între preț și performanță) pentru hard-discuri se situează între 4.500 și 5.400 RPM, deși pentru noile unități de discuri raportul optim este obținut pentru viteza de 7.200 RPM.

## Timpul de așteptare

În ciuda vitezei mari și constante de rotație, hard-discurile nu pot furniza instantaneu informațiile cerute. Întotdeauna apare o întârziere numită timp de așteptare (latency). Acest termen descrie timpul trecut între lansarea unei comenzi de citire sau scriere pe hard-disc și momentul în care discul se rotește în poziția unghiulară corectă pentru localizarea informațiilor cerute. De exemplu, dacă un program cere un octet de pe disc și octetul respectiv tocmai a trecut pe sub capul de citire/scriere, discul trebuie să execute o rotație completă înainte ca octetul respectiv să poată fi citit și transmis programului. Dacă cererile de citire sau de scriere apar în momente aleatorii în raport cu mișcarea discului (așa cum se întâmplă în realitate), discul trebuie să efectueze în medie o jumătate de rotație înaintea poziționării corecte a capului de citire/scriere pentru executarea comenzii de citire sau de scriere. Timpul normal de așteptare la o viteză de rotație de 3.600 RPM înseamnă că perioada minimă după care vă puteți aștepta ca hard-discul să găsească informațiile cerute este – în medie – de 8,33 milisecunde. Pentru un calculator care operează la nivelul nanosecundelor, aceasta înseamnă foarte mult.

Noile hard-discuri cu viteze de rotație mai mari reduc timpul de așteptare. Relația dintre viteza de rotație și timpul de așteptare este liniară, așa că fiecare procent cu care crește viteza de rotație scade timpul de așteptare cu același factor. În cazul unui disc modern care se rotește cu 5.400 RPM, timpul de așteptare ajunge la 5,6 milisecunde.

## Modul așteptare (standby)

În timpul funcționării unității, discurile se rotesc cu viteză constantă, deoarece chiar și masa redusă a unui disc de doi inci ar cauza întârzieri inacceptabile la obținerea sau stocarea datelor. Viteza constantă de rotație asigură accesibilitatea datelor în limitele de câteva milisecunde impuse de timpul de așteptare.

În unele aplicații, și în special în cazul PC-urilor notebook, rotirea constantă a discurilor are un preț. Menținerea rotației discurilor înseamnă un consum continuu de energie, ceea ce se traduce printr-o durată de viață mai scurtă pentru baterie. Ca urmare, unele hard-discuri destinate calculatoarelor portabile sunt proiectate astfel încât să se oprească atunci când nu sunt folosite. De obicei, circuitele de suport din calculatorul gazdă stabilesc când discul ar trebui să se oprească. Pentru cele mai multe calculatoare, aceasta înseamnă că dacă nu ați executat nici o operație de acces la hard-disc pentru o anumită perioadă, calculatorul presupune că ați adormit, ați murit sau corpul v-a fost ocupat de

extratereștri și că nu aveți nevoie de disc pentru o perioadă. În momentul în care trimiteți o comandă de scriere sau de citire către hard-disc va trebui să așteptați până când acesta ajunge la viteza de rotație corespunzătoare – posibil câteva secunde. Operațiile ulterioare de acces la hard-disc se fac la viteza normală a discului, până când unitatea consideră că ați adormit din nou și se oprește.

Oprirea hard-discului crește timpul de așteptare de la câteva milisecunde la secunde. Aceasta poate duce la reducerea severă a performanțelor. Ca urmare, cele mai multe PC-uri notebook vă permit să ajustați perioada după care se trece în starea de așteptare. Cu cât această perioadă este mai lungă, cu atât este mai mare probabilitatea ca discul să se rotească în momentul unei operații de acces – și cu atât mai repede se va descărca bateria. Dacă lucrați cu o singură aplicație, o perioadă scurtă poate permite PC-ului să ruleze mai mult pe baterie. Dacă treceți de la o aplicație la alta sub Windows sau dacă salvați deseori ceea ce lucrați, s-ar putea să fie mai potrivită stabilirea unei perioade mai lungi, deoarece oricum hard-discul va funcționa în cea mai mare parte a timpului. De asemenea, rețineți că programele cu opțiuni de autosalvare anulează avantajele modului de așteptare al hard-discului, mai ales dacă intervalul după care se face salvarea automată este scurt. Pentru creșterea perioadei de viață a bateriei este recomandat să dezactivați opțiunea de salvare automată – dacă aveți destulă încredere în PC-ul dumneavoastră.

## Rata de transfer al datelor

Viteza de rotație a discului influențează și viteza cu care pot fi citite continuu datele de pe un hard-disc. La o densitate de stocare dată (pe care proiectanții discului încearcă să o crească la maximum pentru a păstra cât mai multe informații pe un spațiu cât mai mic), cu cât discul se rotește mai repede, cu atât mai repede pot fi citite informațiile de pe acesta. Pe măsură ce viteza de rotație crește, mai mulți biți de pe suprafața discului trec pe sub capul de citire/scriere într-un timp dat. Această creștere înseamnă un flux mai rapid de date – mai mulți biți pe secundă.

Viteza cu care informațiile de pe disc sunt mutate către circuitele electronice de control (sau către PC-ul gazdă) se numește rată de transfer al datelor. Rata de transfer al datelor se măsoară în megabiți pe secundă, megaherți (de obicei acestea au aceeași valoare numerică) sau megaocteți pe secundă (a opta parte din rata măsurată în megabiți pe secundă). Cu cât valorile sunt mai mari, cu atât este mai bine.

Ratele de transfer specificate pentru cele mai multe hard-discuri sunt valori calculate, nu vitezele pe care trebuie să vă așteptați să le obțineți în timpul folosirii reale a unui hard-disc. Rata de transfer reală a unui hard-disc este influențată de un număr de factori.

Măsura cantității reale de informații utile transferate între disc și PC se numește *productivitate* (throughput). Aceasta este întotdeauna mai mică – substanțial mai mică – decât rata de transfer a discului. Productivitatea reală a unei unități diferă în funcție de punctul în care se face măsurarea, deoarece fiecare pas în plus pe calea de transfer al datelor implică noi operații suplimentare. Productivitatea între unitate și controller este mai mare decât între unitate și memorie. Iar productivitatea reală pentru programe – care trebuie să fie gestionată de sistemul de operare – este și mai mică. Pentru sistemul de operare, o productivitate de câteva sute de kilooctеți pe secundă nu este ceva neobișnuit pentru unități de hard-disc cu rate de transfer evaluate la peste 10-20 megaocteți pe secundă.

## Discurile

Discul care se rotește în interiorul unei unități de disc este elementul central al unității din mai multe puncte de vedere. Diametrul acestui disc determină cât de mare trebuie să fie mecanismul unității. De fapt, cele mai multe unități de hard-disc sunt măsurate după dimensiunea discurilor. La apariția primului PC, producătorii de hard-discuri au făcut eforturi mari de miniaturizare a discurilor, trecând de la un diametru de opt inci la 5,25 inci. În prezent, producătorii tind să folosească discuri și mai mici. Cele mai multe hard-discuri de mare capacitate pentru calculatoarele desktop folosesc discuri de 3,5 inci. Hard-discurile destinate calculatoarelor în care dimensiunea și greutatea trebuie reduse la minimum (ceea ce înseamnă, desigur, PC-uri notebook și mai mici) au discuri de 2,5, 1,8 sau 1,3 inci (cel mai mic hard-disc actual). (A se vedea Capitolul 26, „Carcasele“, pentru detalii despre alte tipodimensiuni.)

Pentru creșterea capacității de stocare în sistemele convenționale de stocare pe hard-discuri magnetice, ambele părți ale unui disc sunt folosite pentru stocarea informațiilor, fiecare suprafață având un cap propriu de citire/scriere. (Un cap plutește sub disc.) În plus, producătorii montează deseori pe un singur ax mai multe discuri, construind un pachet mai înalt, dar cu același diametru. Numărul de discuri din interiorul unui hard-disc influențează și viteza cu care sunt obținute datele stocate pe hard-disc. Cu cât o unitate de hard-disc folosește mai multe discuri, cu atât mai mare este probabilitatea ca unul dintre capetele asociate discurilor să se afle deasupra octetului căutat. Ca urmare, timpul necesar pentru căutarea informațiilor este mai scurt.

Totuși, adăugarea mai multor discuri are și alte dezavantaje decât creșterea în înălțime a unității. Mai multe discuri înseamnă o masă mai mare, deci inerție mai mare la atingerea vitezei de operare. Aceasta nu este o problemă pentru calculatoarele desktop – verificarea memoriei la alimentare durează de obicei mai mult decât îi trebuie celui mai leneș hard-disc să ajungă la viteza de lucru. Dar timpul de așteptare mai lung este supărător în cazul calculatoarelor laptop și notebook, care încetinesc și opresc hard-discurile ca să economisească energia furnizată de baterie. În plus, deoarece pentru fiecare suprafață a fiecărui disc este nevoie de un cap de citire/scriere, mecanismul de acționare a capetelor devine inevitabil mai complex și mai mare, pe măsură ce crește numărul de discuri. Și în acest caz inerția își ia tributul, încetinind mișcarea capetelor și crescând timpul de acces al unității. Desigur, producătorii de hard-discuri pot să compenseze masa mai mare a capetelor de citire/scriere prin folosirea unor mecanisme de acționare mai puternice, dar aceasta înseamnă costuri și dimensiuni mai mari pentru unitățile de disc.

### Substraturile

Discurile unui hard-disc magnetic convențional sunt fabricate cu o precizie care reduce toleranța până la nivelul micronilor. Este foarte important ca toleranțele să fie foarte mici, deoarece, așa cum vă amintiți, capetele de citire/scriere se deplasează la numai câțiva microni de suprafața discurilor. O protuberanță pe disc are același rezultat ca și întâlnirea dintre vârful unui munte și un DC-10, un accident cu consecințe la fel de grave pentru un avion ca și pentru hard-disc. Ca urmare, producătorii încearcă să fabrice discuri cât mai plane și mai netede.

Materialul cel mai des folosit ca substrat este aluminiul, care are mai multe calități: este ușor de prelucrat pentru obținerea unei suprafețe relativ netede. În general este inert, așa că nu reacționează cu materialul cu care este acoperit. Nu este magnetic, așa că nu afectează procesul de înregistrare. A fost folosit de mult timp (încă de la primele unități de disc) așa că este un material familiar. Și, peste toate acestea, este ieftin.

O variantă mai nouă este numită de obicei disc de sticlă, deși materialul folosit variază de la sticla obișnuită la compuși ceramici avansați, asemănători cu materialele folosite pentru navetele spațiale. Discurile de sticlă excelează în aceleași calități ca și discurile de aluminiu. Avantajul este că pot fi produse suprafețe mai netede, care permit capetelor de citire/scriere să se deplaseze la distanță mai mică de discuri. Totuși, sticla este un material mai nou și procesul de fabricare este mai puțin familiar. Ca urmare, hard-discurile cu discuri de sticlă pătrund mai încet în fluxul de producție.

## Densitatea de suprafață

Gradul de netezime a substratului afectează cantitatea de informație care poate fi stocată pe suprafața unui disc. Termenul folosit pentru această caracteristică este *densitate de suprafață*, respectiv cantitatea de date care poate fi stocată pe o suprafață dată a discului. În general, densitatea de suprafață se măsoară în megabiți pe inci pătrat. Cu cât densitatea de suprafață este mai mare, cu atât pot fi stocate mai multe informații pe un singur disc. Hard-discurile mai mici au nevoie de densități mai mari pentru obținerea acelorași capacități ca și cele mai mari. Produsele curente ajung la valori de ordinul a 500 până la 1.000 de megabiți pe inci pătrat.

Densitatea de suprafață a unei unități de hard-disc este influențată de mai mulți factori. Principalul factor este dimensiunea domeniului magnetic folosit pentru codarea fiecărui bit de date, care este controlată de alți factori. Printre aceștia se numără înălțimea la care se deplasează capetele de citire/scriere și dimensiunea particulelor magnetice ale mediului.

Producătorii fac capetele de citire/scriere mai mici, astfel încât să genereze câmpuri magnetice mai mici, și le deplasează față de suprafața discului la distanța minimă necesară pentru evitarea protuberanțelor suprafeței. Gradul de netezime a mediului limitează înălțimea minimă la care se deplasează capetele – acestea se pot deplasa mai aproape dacă suprafața este mai netedă.

Dimensiunea domeniilor magnetice de pe un disc este limitată și de dimensiunea particulelor magnetice ale mediului. Un domeniu magnetic nu poate fi mai mic decât particulele care îl stochează. La început, particulele magnetice erau obținute prin măcinarea unui oxid magnetic până la dimensiunile potrivite pentru o anumită aplicație. Discurile erau apoi acoperite cu o pastă formată din materialul magnetic rezultat. Materialele magnetice moderne reduc dimensiunea particulelor prin placarea electrică a discurilor.

## Mediile pe bază de oxizi

Primele medii magnetice erau formate din aceleași materiale ca cele folosite pentru benzile magnetice audio: compuși bazați pe oxizi ai fierului – în esență particule de rugini exotice. Ca și în cazul benzilor magnetice, particulele de oxid erau măcinate în amestec cu alți compuși, inclusiv un liant și deseori un lubrifiant. Liantul are și rolul de a izola particulele de oxid între ele. Cu acest amestec noroios este apoi acoperită suprafața discurilor.

Tehnologia acoperirii cu oxid este veche și bine dezvoltată. Procesul evoluează de mai mult de 50 de ani și acum este considerat a fi o tehnologie bine înțeleasă, familiară și învechită. Noile modele de hard-discuri au renunțat la mediile bazate pe oxizi, din motive bine întemeiate. Particulele de oxid nu sunt cele mai bune pentru stocarea informațiilor magnetice. Particulele de oxid au coercitivități mai scăzute și dimensiuni mai mari decât mediile magnetice mai noi. Acești factori limitează densitatea de suprafață a mediilor bazate pe oxizi. Rugozitatea suprafeței de oxid se adaugă la cea a suprafeței discului, impunând deplasarea capetelor de citire/scriere la o distanță față de disc mai mare decât în cazul altor medii, ceea ce cauzează reducerea densității maxime

de stocare. În plus, stratul de oxid este destul de moale și este expus la deteriorări cauzate de oprirea bruscă a capetelor de citire/scriere atunci când discul încetează să se mai rotească sau când un șoc mecanic cauzează frecarea capetelor de suprafața discului, cu posibilitatea de a deteriora datele la fel de eficient ca un atac al pilotului Red Baron.

## Mediile pe bază de peliculă

Pentru aproape toate unitățile de hard-disc actuale, producătorii au înlocuit stratul de oxid cu o peliculă magnetică. Așa cum sugerează și numele, un disc bazat pe peliculă magnetică este acoperit cu un strat subțire din metal pur sau dintr-un amestec de metale, lipit mecanic de suprafața discului. Această peliculă metalică poate fi aplicată fie prin placare, printr-un proces asemănător cu cromarea barelor de protecție ale mașinilor, fie prin bombardare, o formă de placare cu vapori, în care metalul este „stropit" de un electrod cu temperatură foarte mare în vid, formând vapori metalici care sunt atrași electric de disc.

Mediile bazate pe peliculă au unele avantaje față de tehnologia bazată pe oxizi. Grosimea foarte mică a peliculei permite densități mai mari pe suprafață, deoarece câmpurile magnetice au la dispoziție un strat mai subțire în care să difuzeze. De asemenea, deoarece suprafața peliculei metalice este mai netedă, capetele de citire/scriere se pot deplasa la distanțe mai mici față de disc. Mediile bazate pe peliculă au coercitivități mai mari, care permit unei suprafețe mai mici să producă impulsurile magnetice puternice necesare pentru citirea fără erori a datelor de pe disc.

Unul dintre motivele pentru care pelicula metalică poate fi atât de subțire, permițând densități mai mari pe suprafață este acela că, la fel ca în cazul barelor de protecție cromate, mediile placate electric sau prin bombardare nu au nevoie de lianți pentru fixarea stratului magnetic. Mai mult, ca și în cazul cromării, peliculele metalice sunt în mod nativ mai dure, fiind de câteva ori mai rezistente decât straturile de oxid. Această calitate le face să fie mai puțin predispuse la cele mai multe forme de deteriorare cauzate de capetele de citire/scriere – capetele sar de pe suprafața discului ca și cum s-ar lovi de bara de protecție a unui automobil.

## Contaminarea

În afara șocurilor, căderea capetelor de citire/scriere poate fi cauzată și de contaminarea suprafeței discurilor cu praf sau alte particule poluante din aer. Aceste particule pot lovi capetele de citire/scriere, afectându-le mișcarea. În urma contactului dintre capul de citire/scriere și suprafața discului, mediul se poate zgâria, ceea ce nu numai că afectează posibilitățile de stocare ale mediului, dar poate și să disloce din mediul magnetic particule care vor cauza alte contaminări și deteriorări.

Din fericire, folosirea aproape universală a mediilor bazate pe pelicule metalice și construcția mai robustă a mecanismelor au făcut ca astfel de dezastre să țină de domeniul trecutului. Deși este încă nevoie de atenție la manipularea hard-discurilor (nu are rost să vă jucați cu soarta sau cu contractul de service), în timpul folosirii normale nu mai trebuie să vă faceți griji privind căderea capetelor. Cele mai multe unități de hard-disc actuale sunt proiectate ținând seama de rigorile calculatoarelor portabile – aceasta înseamnă că PC-ul poate să se miște în timpul funcționării, de exemplu atunci când avionul trece printr-o zonă de turbulență – așa că un mic șoc din când în când nu provoacă distrugerea discului.

Pentru mai multă siguranță și pentru protecția împotriva contaminării suprafețelor magnetice ale discurilor cu praf, fire de păr și alte gunoaie, cele mai multe hard-discuri

includ toate părțile vulnerabile într-o incintă protectoare. De fapt, tocmai din nevoia de a preveni contaminarea, aproape toate hard-discurile pentru PC-uri folosesc medii inamovibile, sigilate împotriva factorilor externi.

Incinta discului nu este închisă ermetic. De obicei, are un mic ventil care permite egalizarea presiunii interne în funcție de presiunea aerului din exterior. Deși schimbul de aer este minim, un filtru împiedică intrarea particulelor prin acest ventil. Totuși, poluanții microscopici, cum ar fi moleculele corozive din aer, pot pătrunde prin filtru, deteriorând suprafața discului. Deși cantitatea de poluanți este foarte mică – ventilul nu favorizează fluxul de aer, servind doar la egalizarea presiunii – nu este recomandată folosirea unui hard-disc în medii puternic poluate. Oricum, probabil că nici dumneavoastră nu v-ar plăcea să lucrați în astfel de medii.

## Capetele de citire/scriere

În afara discurilor, singura componentă aflată în mișcare în interiorul celor mai multe unități de hard-disc este sistemul de capete. În aproape toate unitățile, pentru fiecare față a discurilor este folosit un cap de citire/scriere, care se deplasează foarte aproape de suprafață. Fiecare dintre aceste capete de citire/scriere este flexibil conectat la un braț mai rigid, care susține întreg ansamblul. De obicei, mai multe brațe sunt legate laolaltă pentru a forma o singură unitate mobilă (de obicei pivotantă).

### Proiectarea fizică

Capul de citire/scriere este conectat la mecanismul de acționare printr-o articulație flexibilă care permite coborârea sau ridicarea instantanee a capului. Atunci când unitatea de hard-disc este oprită sau trece în modul așteptare și discurile nu se mai rotesc, capul se așază ușor pe disc, fiind împins de un resort foarte slab. Modelul fizic al capului de citire/scriere îl face să semene cu o aripă de avion. Atunci când se rotesc, discurile antrenează și aerul din jur. Deplasarea aerului creează un curent care, la fel ca aerul care trece pe lângă aripile unui avion, provoacă ridicarea capului de citire/scriere de pe disc. După ce se ridică de pe disc, capetele de citire/scriere zboară la o distanță de câteva milionimi de inci de suprafața discului care se rotește.

#### Efectele de altitudine

Înălțimea la care se deplasează capetele de citire/scriere ale discurilor este unul dintre factorii care determină capacitatea finală de stocare a unui disc. Câmpurile magnetice sunt divergente, așa că o dată cu distanța dintre cap și disc crește și dimensiunea aparentă a câmpului generat de o tranziție de flux de pe disc. Micșorarea distanței dintre cap și disc reduce dimensiunea aparentă a tranzițiilor de flux, permițând stocarea mai strânsă a acestora pe suprafața discului și crescând capacitatea discului. În cazul hard-discurilor tipice din prima generație, capetele se deplasau la o distanță de 10-12 microinci – milionimi de inci – de suprafața discului. Capetele de citire/scriere ale unităților de hard-disc moderne zboară la o altitudine mai mică, de aproximativ 5 microinci. Reducerea altitudinii a fost posibilă datorită folosirii unor discuri cu rugozitate mai mică și a mediilor magnetice bazate pe peliculă.

#### Capetele de contact

Dimensiunea câmpurilor magnetice crește o dată cu distanța, deci cu cât capetele de citire/scriere sunt mai apropiate de suprafața discului, cu atât mai concentrate sunt câmpurile magnetice și cu atât mai mică este suprafața care poate fi citită și scrisă. Ca urmare, scăderea altitudinii de zbor a capetelor de citire/scriere crește capacitatea potențială de stocare a hard-discului.

Cazul limită este deplasarea la altitudine zero. Totuși, deplasarea la această altitudine nu este lipsită de pericole. Așa cum copacii, clădirile și alte obstacole pot împiedica zborul la joasă înălțime a aeronavelor, imperfecțiunile discului pot avea consecințe distructive asupra capetelor de citire/scriere care se deplasează la o distanță prea mică. Pe de altă parte, atunci când între cap și suprafața discului nu există nici un spațiu apare și o altă problemă – frecarea. Frecarea continuă între suprafața discului și capul de citire/scriere va cauza foarte repede uzura unuia dintre cele două elemente. Nu contează care dintre acestea cedează mai repede, rezultatul este același – un disc nefuncțional.

Cu toate acestea, altitudinea optimă de zbor pentru un cap de citire/scriere este zero. Producătorii de discuri au găsit o soluție la problema frecării – lubrifierea constantă a capului cu un lichid vâscos. De fapt, capul de citire/scriere înoată în loc să zboare, iar lichidul lubrifiant împiedică uzura. În următorii ani este așteptată apariția acestor discuri cu contact direct, în locul celor cu capete de citire/scriere cu deplasare la distanță.

## Proiectarea electrică

Deplasarea capetelor de citire/scriere nu este un scop în sine, ci o modalitate de atingere a unui obiectiv. Adevărata funcție a acestor capete este crearea și detectarea pe disc a impulsurilor magnetice corespunzătoare datelor stocate. Hard-discurile moderne folosesc două variante de bază pentru atingerea acestui scop: capete inductive și capete magneto-rezistive.

### Capetele inductive

Un *cap de citire/scriere inductiv* nu este altceva decât un electromagnet miniatural, asemănător cu cele folosite pentru experimentele din școală. Înfășurați o sârmă lungă pe un cui, legați capetele sârmei la bornele negativă și pozitivă ale unei baterii și cuiul devine un electromagnet. Electricitatea care trece prin sârmă *induce* un câmp magnetic în cui. În capetele de citire/scriere inductive, sârma se numește *bobină*, iar partea care joacă rolul cuiului se numește *miez*. Principiul este același. Circuitele electronice ale unității de disc trimit un curent prin bobina capului de citire/scriere, care induce un câmp magnetic în miez. Câmpul magnetic indus modifică orientarea particulelor magnetice aflate pe discul din apropiere. Operația de citire inversează această relație. Câmpurile magnetice ale particulelor de pe disc magnetizează miezul, care induce o mică tensiune în bobină. Circuitele electronice ale unității de disc detectează variațiile de tensiune din bobină și le interpretează ca date.

Proiectarea fizică a miezului permite concentrarea posibilităților de citire și de scriere ale capului asupra unei suprafețe mici. În loc să arate ca un cui, subțire și alungit, miezul este astfel pliat încât cei doi poli sunt foarte apropiați, fiind separați doar de un mic spațiu. În acest fel, câmpul magnetic este concentrat în spațiul dintre cei doi poli. Primele capete de citire/scriere, folosite în sistemele învechite de înregistrare pe bandă, nu umpleau cu nimic spațiul dintre poli. În cazul capetelor de citire/scriere pentru hard-discuri, acest spațiu este umplut cu un metal nemagnetic. Aceste modele sunt numite capete de citire/scriere *metal-în-spațiu* (metal-in-gap). Capetele de citire/scriere moderne înlocuiesc bobina din sârmă cu un strat subțire de cupru depus ca o peliculă sub formă de bobină. Numite *capete cu peliculă*, aceste capete de citire/scriere permit folosirea unor bobine de greutate mai mică, mai ușor de fabricat și mai ieftine.

### Capetele magneto-rezistive

Ultima tendință în proiectarea capetelor pentru hard-discuri este folosirea *capetelor de citire/scriere magneto-rezistive*. Acestea funcționează pe baza unui principiu fizic complet diferit de cel folosit de capetele inductive, măsurând variația rezistenței electrice cauzată

de câmpurile magnetice asupra unor materiale. Circuitele electronice ale unității de disc trimit un curent constant de intensitate mică printr-un material magneto-rezistiv (de obicei un aliaj de fier și nichel) și măsoară schimbările de tensiune din capul de citire/scriere – dacă rezistența crește, tensiunea scade. Modificarea este foarte mică, dar poate fi ușor detectată de circuitele electronice de precizie moderne.

Principiul magneto-rezistiv funcționează într-o singură direcție. Acesta poate fi folosit numai pentru detectarea modificărilor în câmpul magnetic, nu și pentru crearea câmpurilor magnetice. Cu alte cuvinte, principiul magneto-rezistiv funcționează numai în cazul operațiilor de citire. Ca urmare, unitățile de disc cu capete de citire/scriere magneto-rezistive folosesc de fapt o combinație de capete – un cap de citire magneto-rezistiv pentru citire și un cap inductiv pentru scriere. Împărțirea funcțiilor de citire/scriere ale capetelor în elemente separate permite proiectarea acestora pentru operarea optimă. Modelul magneto-rezistiv permite operarea la frecvențe mai mari, ceea ce înseamnă densități de stocare și viteze de operare mai mari.

**Precompensarea la scriere**

Înregistrarea cu viteză unghiulară constantă are și un alt dezavantaj. Sectoarele mai apropiate de axul discului sunt mai scurte și impun stocarea datelor pe spații mai mici, ceea ce înseamnă că fluxurile magnetice generate de câmpurile stocate sunt mai apropiate. Posibilitatea multor medii magnetice de stocare a tranzițiilor de flux scade pe măsură ce tranzițiile sunt mai apropiate – acestea produc câmpuri magnetice mai mici și induc un curent mai mic în capul de citire.

O modalitate de rezolvare a acestei probleme este folosirea unui câmp magnetic din ce în ce mai puternic pe măsură ce sectoarele se apropie de ax. Prin creșterea curentului care trece prin capul de citire/scriere atunci când acesta scrie mai aproape de centrul discului, tranzițiile de flux de pe disc pot fi făcute mai puternice. Ca urmare, acestea induc curenți mai mari în capul de citire/scriere la citirea informațiile de pe disc.

Acest proces este numit *precompensare la scriere,* deoarece creșterea curentului de scriere compensează reducerea răspunsurilor mai aproape de centrul discului înainte ca informațiile să fie stocate pe disc. Unitățile de disc cu interfețe la nivel de sistem fac automat compensările necesare. PC-ul trebuie să instruiască unitățile mai vechi, cu interfețe la nivel de dispozitiv, când să adauge precompensările la scriere necesare. Unele unități, în special modelele mai vechi, vă cer să indicați în timpul configurării sistemului cilindrii pentru care se face precompensarea la scriere. Acest lucru nu mai este necesar pentru unitățile moderne. Atunci când nu aveți nevoie de precompensare la scriere, puteți să specificați cilindrul 0 sau 65.535, în funcție de codul BIOS al PC-ului, pentru a indica faptul că nu vreți să fie folosită această tehnică.

## Mecanismul de acționare a capetelor

Fiecare cap de citire/scriere scanează hard-discul pentru citirea informațiilor. Dacă nu ar face decât acest lucru, fiind fixate într-o anumită poziție, așa cum sunt capetele unui magnetofon, capetele de citire/scriere nu ar putea citi decât o porțiune îngustă a discului. Capul și întreg ansamblul la care este atașat trebuie să aibă posibilitatea să se miște pentru a folosi de pe hard-disc toată suprafața pe care pot fi înregistrate informații. Mecanismul care deplasează capul se numește mecanism de acționare a capului. De obicei, ansamblul care conține capul de citire/scriere este montat pe un pivot și este acționat de un motor sau de un solenoid.

Mecanismele moderne de acționare a capetelor contribuie și la creșterea capacității de stocare a hard-discurilor. Această creștere este obținută prin precizie. Una dintre cele

mai importante limitări privind densitatea de stocare a datelor pe un disc este posibilitatea unui mecanism de a localiza exact și în mod repetat poziția în care este stocat un bit de informație pe suprafața unui disc. Mecanismele mai bune de acționare a capetelor (împreună cu stabilitatea dimensională a discurilor rigide) sunt folosite pentru construirea unor medii de stocare mai stabile și mai precise, care pot stoca informații cu o densitate mai mare, fără să fie afectată siguranța.

Mecanismul de acționare a capetelor este o parte a unui sistem electro-mecanic care include și circuitele electronice ce controlează deplasarea capetelor. Pentru proiectarea hard-discurilor sunt folosite două tipuri distincte de sisteme electronice: mecanisme de acționare cu buclă închisă și mecanisme de acționare cu buclă deschisă. Sistemele cu buclă deschisă sunt în general învechite pentru unitățile de hard-disc moderne, fiind importante numai pentru rolul pe care l-au avut în dezvoltarea discurilor.

Tehnicilor de proiectare cu buclă deschisă sau cu buclă închisă le sunt asociate tipuri specifice de mecanisme pentru hard-discuri. Cele mai multe sisteme cu buclă deschisă folosesc tehnologia de deplasare pas cu pas cu bandă. Discurile actuale cu buclă închisă folosesc aproape universal servomecanisme de acționare cu bobină și magnet permanent (servo-voice coil actuators).

Faptul că „bucla“ este închisă sau deschisă nu indică decât dacă pentru controlul mecanismului de acționare este folosită o reacție inversă care precizează poziția capului. Un sistem cu buclă deschisă nu primește direct un semnal de reacție generat de poziția capului; acesta deplasează capul de citire/scriere și speră ca acesta să fi ajuns în poziția corectă. Sistemele cu buclă închisă furnizează mecanismului de acționare o reacție privind poziția capului de citire/scriere pe disc. Ca urmare, unitățile cu buclă închisă permit densități mai mari de stocare, deoarece capul de citire/scriere se poate deplasa mai precis dacă știe exact unde se află pe disc.

**Mecanismele de acționare pas cu pas cu bandă**

Primele hard-discuri pentru PC-uri foloseau același mecanism de acționare a capetelor ca și dischetele. Numit *mecanism de acționare pas cu pas cu bandă* (band-stepper actuator), acesta folosea un motor pas cu pas care genera forța necesară pentru deplasarea capului de citire/scriere. Un motor pas cu pas este un motor special de curent continuu, care în loc să se rotească continuu își incrementează poziția cu valori discrete, ca răspuns la impulsurile trimise de circuitele electronice de control. Circuitele electronice ale unui sistem pas cu pas cu bandă trimit un număr de impulsuri și presupun că motorul se rotește exact cu același număr de pași. Banda sistemului pas cu pas este o simplă panglică de metal care face legătura între axul motorului și traseul liniar al capului de citire/scriere. Fiecare impuls trimis de circuitele electronice de control deplasează capetele pe hard-disc cu o pistă.

Această tehnică nu mai este folosită, deoarece are o serie de dezavantaje. Viteza cu care acest mecanism de acționare poate opera este limitată de rata cu care pot fi trimise impulsurile către motor, așa că unitățile bazate pe mecanisme de acționare pas cu pas cu bandă erau inevitabil lente. Deși sunt ieftine și simple din punct de vedere electric, aceste modele limitează numărul de piste de pe un disc la câteva sute, deoarece sistemele cu buclă deschisă nu pot să se poziționeze cu precizie pe piste mai apropiate. Construcția unităților actuale cu capacități de ordinul gigaocteților nu ar fi posibilă folosind mecanisme de acționare cu bandă.

### Servomecanismele de acționare cu bobină și magnet permanent

Sistemele cu buclă închisă primesc un flux constant de informații privind poziția capului de citire/scriere pe disc, așa că această poziție este permanent cunoscută. Sistemul determină poziția capului de citire/scriere prin citirea continuă a unei fețe de disc speciale, dedicate – suprafața servo – pe care este stocat un model magnetic special ce permite mecanismului unității să identifice fiecare locație de stocare de pe disc. Unele discuri magnetice mai recente stochează informațiile servo pe aceeași suprafață de înregistrare ca și datele stocate. Această metodă de combinare a datelor și a informațiilor servo se numește tehnologie servo înglobată.

Cele mai cunoscute dintre mecanismele de acționare cu buclă închisă folosesc o bobină care funcționează la fel ca bobina dintr-un difuzor și, ca urmare, sunt numite servomecanisme de acționare cu bobină și magnet permanent. În acest model este generat un câmp magnetic într-o bobină (un solenoid), de către circuitele electronice de control, iar câmpul acționează împotriva unei forțe de tracțiune a unui resort. Prin creșterea curentului care trece prin bobină, mecanismul contracarează forța resortului și capul de citire/scriere este deplasat mai departe pe disc. Mecanismul bobinei este conectat direct la un braț pivotant, care susține capul de citire/scriere deasupra discului. În acest fel, tensiunea din bobină determină poziția capului pe disc, forța variabilă generată de bobină deplasând capul de citire/scriere pe un arc trasat pe suprafața discului.

Datorită buclei închise, sistemul de acționare cu bobină și magnet permanent nu trebuie să numere fiecare pas până la poziția căutată pe disc. Capul de citire/scriere este mutat rapid în poziția aproximativă, apoi, în câteva milisecunde, este poziționat mai precis pe baza informațiilor servo. Viteza de răspuns și posibilitatea de stocare a pistelor la intervale mai mici permise de circuitele cu buclă închisă au făcut ca acest mecanism să fie soluția preferată în prezent de toți producătorii importanți de hard-discuri.

### Unități cu mecanisme duale de acționare

Chiar și servomecanismele de acționare cu bobină și magnet permanent trebuie să se supună legilor fizicii. Acest mecanism nu poate muta capetele de citire/scriere instantaneu dintr-o poziție în alta, așa că apare întotdeauna o mică întârziere până când hard-discul găsește un anumit octet. Unul dintre principalele scopuri urmărite pentru creșterea performanței hard-discurilor este reducerea acestei întârzieri. Producătorii de unități au obținut aproape tot ce se poate de la mecanismele tradiționale prin reducerea masei (deci și a inerției) ansamblului de capete. Îmbunătățiri dramatice ale vitezei impun schimbări radicale.

O astfel de schimbare față de arhitectura tradițională, dezvoltată pentru prima dată de Conner Peripherals, a fost hard-discul cu mecanism de acționare dual. În locul unui singur cap pentru fiecare disc, modelul Conner folosește două, fiecare fiind atașat de un mecanism propriu de acționare. Fiecare cap de citire/scriere poate să scaneze întreaga suprafață a discului. În combinație cu circuite electronice proiectate corespunzător, acest mecanism poate să reducă la jumătate timpul de așteptare pentru operațiile izolate și să elimine întârzierile determinate de deplasarea capetelor pentru cererile de scriere sau de citire succesive. În plus, prin instalarea celor două mecanisme de acționare a capetelor în poziții diametral opuse, acest model poate să elimine la jumătate timpul de așteptare. Circuitele electronice ale unității de disc pot să determine care dintre cele două capete se află mai aproape de poziția căutată de pe disc și să îl folosească pentru operația de scriere sau de citire comandată. Deoarece unul dintre capete se află întotdeauna la mai puțin de jumătate dintr-o rotație completă a discului de datele cerute, timpul mediu de așteptare cauzat de rotirea discului este un sfert din timpul necesar discului pentru a efectua o rotație completă.

Deși soluția este inteligentă, acest model nu a reușit să se impună pe piață, deoarece o altă tehnologie oferea aceleași avantaje, și ceva în plus. Așa cum am menționat în Capitolul 8, „Tehnologii de stocare masivă“, o matrice de discuri oferă aceleași avantaje ca și un disc cu două sau mai multe mecanisme de acționare, dar folosește mai multe unități controlate de circuite electronice speciale, care le fac să pară o singură unitate. Matricele de discuri, datorită mecanismelor de acționare multiple, asigură timpi de acces și de așteptare mai mici și îmbunătățesc fiabilitatea.

**Zona de aterizare**

Hard-discurile sunt cel mai vulnerabile la deteriorări cauzate de căderea capetelor în momentul opririi. Imediat ce oprițI calculatorul, discurile unității se opresc și curentul de aer care face capetele să plutească dispare. În general, curentul de aer dispare gradat și capetele de citire/scriere coboară treptat, aterizând ca un avion pe suprafața discului.

În realitate, aterizarea capetelor este mai mult o prăbușire controlată și nu elimină riscul deteriorării discului. Ca urmare, cele mai multe hard-discuri – chiar și cele care folosesc medii magnetice sub formă de peliculă – au o zonă dedicată de aterizare, pe care nu pot fi stocate date. *Zona de aterizare* se află de obicei la marginea interioară a suprafeței de stocare a datelor.

**Parcarea și blocarea**

De obicei, este nevoie de o comandă software pentru aducerea și blocarea capului de citire/scriere în zona de aterizare în timpul opririi discului. Acest proces se numește *parcarea capului*. Primele hard-discuri nu asigurau parcarea capetelor și aveau nevoie de o comandă software specială pentru deplasarea acestora deasupra zonei de aterizare. Toate hard-discurile moderne sunt astfel proiectate încât la oprirea alimentării, capul de citire/scriere se retrage automat în zona de aterizare, înainte ca discurile să se oprească din mișcare. Despre aceste hard-discuri se spune că au parcare automată a capului. În plus, cele mai multe unități moderne blochează capetele în zona de aterizarea atunci când nu sunt alimentate. Prin această blocare este împiedicată deplasarea capetelor în afara zonei de aterizare în urma unui impact sau șoc mecanic, evitându-se deteriorarea mediului de stocare. Această caracteristică se numește *parcare și blocare automată*. Toate unitățile portabile și cele mai multe unități pentru calculatoarele desktop au în prezent această caracteristică.

**Compensarea termică**

Toate materialele se dilată sau se contractă ca urmare a schimbărilor de temperatură, iar metalele folosite la fabricarea unităților de hard-disc nu fac excepție de la această regulă. În timpul funcționării, hard-discurile generează căldură de la motoarele care învârtesc discurile, de la mecanismele de acționare a capetelor și de la circuitele electronice de control. Această căldură determină dilatarea ușoară a diferitelor componente ale unității, care își modifică dimensiunile cu o valoare mică, dar măsurabilă. Deoarece miniaturizarea hard-discurilor moderne a dus la stocarea mai multor mii de piste pe distanțe de un inci, chiar și această mică dilatare termică poate altera geometria discului suficient de mult pentru ca pistele și capetele să se deplaseze față de poziția normală.

Pentru compensarea acestor modificări, cele mai multe hard-discuri execută periodic o *calibrare termică*. Discul deplasează capetele pentru citirea unor piste speciale de calibrare, astfel încât să restabilească elementele de referință pentru poziționarea capetelor. Producătorii de unități au pus la punct algoritmi proprii de determinare a momentelor când se face recalibrarea termală – de exemplu, la intervale fixe sau după apariția unor erori de poziționare. În general, compensarea termică este prioritară față de

operațiile normale de citire și uneori impune întârzieri la citirea datelor. Aceste întârzieri pot ajunge la mai multe zeci de milisecunde, deoarece capetele unității trebuie să se deplaseze pe pistele de recalibrare înainte de a satisface cererile de date.

Pentru evitarea întârzierilor impuse de calibrarea termică, multe unități de mare performanță au posibilitatea să amâne calibrarea până la terminarea operației de citire, pentru a evita întreruperile în timpul livrării unor secvențe lungi de date, cum ar fi cele care apar la redarea unui clip video. Cele mai multe unități calibrează simultan toate capetele, ceea ce înseamnă că unitatea este indisponibilă pentru citirea sau scrierea datelor în timpul perioadei de recalibrare. Un număr de unități mai noi pot să recalibreze individual capetele, ceea ce permite celorlalte capete să citească date în perioada respectivă.

## Geometria

Modul de aranjare a datelor pe disc este dictat de combinația dintre mecanismul hard-discului, controller și componentele software care le comandă. Spre deosebire de dischete, care sunt deseori schimbate, hard-discurile nu trebuie să respecte un anumit standard, deoarece mediile de stocare nu sunt niciodată disponibile; acestea sunt întotdeauna sigilate în interiorul mecanismului unității. Deoarece discurile nu pot fi scoase din unități (decât dacă preluați controlul cu un deschizător de conserve și o rangă) și nu se pune problema interschimbării mediilor. Organizarea fizică a datelor pe disc este lăsată la latitudinea proiectantului.

Totuși, proiectanții nu au libertate totală, deoarece trebuie să țină seama de compatibilitatea cu sistemul de operare și cu standardele hardware. Unii parametri ai discurilor trebuie să fie stabiliți la valorile cerute de compatibilitate. Desigur, oriunde există o barieră apare și un inginer cu un calculator de buzunar care calculează efortul necesar pentru depășirea acesteia. Circuitele electronice ale unităților moderne permit proiectanților cea mai mare libertate privind stabilirea parametrilor pentru discuri – dacă ceva nu corespunde standardelor pentru PC-uri, partea electronică păcălește PC-ul, astfel încât acesta nu află niciodată că au fost încălcate regulile. Ca urmare, ceea ce vede PC-ul respectă standardele literă cu literă, dar ceea ce se întâmplă în interiorul unității este treaba proiectantului.

Pentru a înțelege această problemă a parametrilor, trebuie să știți câteva lucruri despre geografia hard-discurilor – spațiul în care unitatea stochează octeții dumneavoastră. Modul de aranjare a informațiilor stocate reprezintă geometria unității și determină parametrii de configurare folosiți la instalarea unității.

### Pistele

Indiferent de tipul mediului magnetic sau al mecanismului de acționare a capetelor folosit de un disc, capul de citire/scriere trebuie să își oprească mișcarea laterală pe disc de fiecare dată când scrie sau citește date. Cât timp capul staționează, discul se rotește. De fiecare dată când discul efectuează o rotație completă, capul trasează un cerc complet pe suprafața acestuia. Acest cerc se numește *pistă*.

Unitatea de disc stochează secvențial biții de date de pe o pistă, ca și cum aceasta ar fi o bucată de bandă lipită cap la cap. La fiecare rotire a discului, aceleași date trec pe sub capul de citire/scriere, cât timp acesta este menținut în aceeași poziție. Circuitele electronice ale unității stabilesc ce porțiune a pistei este citită (sau scrisă) pentru un bloc aleatoriu de date.

## Cilindrii

Fiecare cap de citire/scriere trasează o pistă pe discul asociat. Mecanismul de acționare blochează toate capetele în aceeași poziție față de centrul discului, de-a lungul unei raze date. Deoarece prin combinarea tuturor pistelor trasate de capetele de citire/scriere pentru o anumită poziție a mecanismului de acționare se obține scheletul unui cilindru, o stivă verticală de piste este deseori numită chiar *cilindru*.

Numărul de cilindri ai unei unități de disc este egal cu numărul pistelor de pe fiecare disc. Acest număr este stabilit pentru totdeauna de producătorul hard-discului în timpul fabricării. Pentru cele mai multe unități, numărul de cilindri este stabilit de un model magnetic numit *model servo*. Hard-discurile mai vechi dedicau o suprafață a unui disc pentru aceste informații servo. Cele mai multe hard-discuri moderne stochează informațiile servo pe aceeași suprafață ca și datele obișnuite. Informațiile servo sunt citite împreună cu datele și sunt sortate de partea electronică – folosind informațiile servo pentru poziționarea pe disc și trimițând datele către aplicații. Acest tip de hard-disc se numește *unitate cu tehnologie servo înglobată*.

Cu cât o unitate are mai mulți cilindri, cu atât poate stoca mai multe date. Numărul maxim de cilindri este limitat de factori fizici inerenți în tehnologia folosită de unitate. Mai multe piste pe fiecare disc înseamnă distanțe mai mici între acestea și lățimi mai mici. Lățimea minimă a unei piste este determinată de dimensiunea capului, dar este limitată și de alți factori – cum ar fi distanța la care se deplasează capul față de suprafața discului – care limitează și cantitatea de informații care poate fi stocată pe fiecare pistă. La un moment dat, unitățile de hard-disc nu aveau decât 312 cilindri. Unitățile moderne au câteva mii.

## Sectoarele

Cele mai multe sisteme de hard-discuri împart fiecare pistă în arce mai scurte, numite sectoare. Sectorul este unitatea de bază pentru cantitatea de informații stocate de o unitate. Unele sisteme de operare folosesc sectorul ca unitate de măsură de bază – așa cum se întâmplă în cazul sistemului de fișiere NTFS de sub Windows NT și Windows 2000. În sistemul de fișiere VFAT, folosit de Windows 95 și Windows 98, sistemul de operare pune laolaltă mai multe sectoare pentru a forma unitatea de stocare de bază, numită cluster.

Sectoarele pot fi logice (sectoare soft), fiind marcate prin combinații de biți înglobate în datele de pe fiecare pistă, sau fizice (sectoare hard), fiind stabilite chiar de mecanismul unității. Sectoarele soft sunt delimitate de un program de formatare la nivel scăzut și numărul acestora poate să varieze aproape arbitrar, în funcție de programul care face formatarea și de interfața folosită pentru conectarea discului. În general, discurile cu interfețe la nivel de dispozitiv sunt sectorizate soft. Din motive practice, discurile cu interfețe la nivel de sistem sunt sectorizate hard, deoarece dimensiunea sectoarelor este stabilită de informațiile servo codate pe discuri, care nu pot fi modificate după fabricarea unității. Cartușele magneto-optice sunt sectorizate hard de un format optic înglobat, preînregistrat pe mediul de stocare.

În industria hard-discurilor pentru PC-uri, dimensiunea unui sector este stabilită prin convenție, aproape universal, la 512 octeți. Numărul de sectoare pe fiecare pistă depinde de modelul discului. În cazul hard-discurilor mai vechi, numărul de sectoare este același pentru toate pistele, deoarece era folosită tehnica de înregistrare cu viteză unghiulară constantă. Interfețele la nivel de dispozitiv aveau nevoie de un anumit număr de

sectoare pe pistă, din cauza vitezei cu care erau citiți biții de pe disc. Discurile ST506, care foloseau înregistrarea MFM, aveau, de obicei, 17 sectoare pe pistă. În cazul înregistrării RLL, discurile ST506 aveau 25 sau 26 de sectoare pe pistă. Discurile ESDI aveau de obicei 34 de sectoare pe pistă. Hard-discurile AT Attachment (IDE) cele mai vechi aveau același număr de sectoare pe fiecare pistă, dar interfața la nivel de sistem permitea proiectanților să folosească orice valoare.

Cele mai multe hard-discuri moderne folosesc o tehnică numită *înregistrare pe zone multiple* (multiple zone recording sau MZR), care permite stocarea unui număr diferit de sectoare pe fiecare pistă. Această tehnică permite folosirea mai eficientă a capacității de stocare oferită de mediul magnetic.

Un disc cu număr fix de sectoare pe pistă stochează datele cu densități mai mici pe pistele exterioare decât pe pistele interioare. Numai pista cea mai apropiată de centrul discului stochează datele cu densitatea maximă permisă de mediul magnetic. Toate celelalte piste trebuie înregistrate cu densitate mai mică, un rezultat inevitabil al tehnicii de înregistrare cu viteză unghiulară constantă folosită de aceste hard-discuri și al frecvenței fixe a semnalelor de date.

Înregistrarea pe zone multiple permite unității să stocheze datele cu o densitate aproape constantă, prin împărțirea discului pe zone. Unitatea modifică frecvența semnalelor de date în funcție de fiecare zonă. Folosirea unor frecvențe mai mari în zonele mai apropiate de marginea exterioară a discului crește densitatea datelor la valori apropiate de cele pentru pistele interioare. Această tehnică crește substanțial capacitatea totală a discului, fără să compromită fiabilitatea sau să modifice viteza constantă de care este nevoie pentru accesul rapid la date.

Uneori, tehnologia MZR este denumită înregistrare zonală cu viteză unghiulară constantă (Zoned Constant Angular Velocity – ZCAV), un termen care confirmă faptul că viteza de rotație rămâne constantă (viteză unghiulară constantă) dar discul este împărțit în suprafețe cu densități de înregistrare diferite (zone). Firma Seagate Technologies folosește o formă proprie a tehnicii MZR numită înregistrare pe zone de biți (Zone-Bit Recording) – alt nume, același efect.

Unitățile MZR trebuie să-și ascundă cumva caracteristicile fizice reale, astfel încât PC-ul să vadă o geometrie standard, cum ar fi piste de câte 17 sectoare, fiecare sector având dimensiunea de 512 octeți de date. Multe sisteme de operare nu pot folosi discuri care trec, ca prin magie, de la 17 sectoare pe pistă la 23 de sectoare și apoi la 31 de sectoare. Procesul de mascare este simplificat prin folosirea unei interfețe la nivel de sistem, care folosește deja translația sectoarelor.

## Formatul fizic

Geometria unei unități de disc descrie numai valorile diferiților parametri ai discului – cilindri, capete și sectoare. *Formatul* unității descrie modul de aranjare și de aliniere a acestor parametri.

Geometria discului stabilește pistele ca fiind cercuri concentrice cu sectoare sub forma unor mici arce pe fiecare pistă. Formatul discului definește poziția fiecărui sector în funcție de celelalte sectoare – adică ordinea în care sunt citite sectoarele. Nu este obligatoriu ca sectoarele de pe o pistă să fie citite unul după celălalt. Mai mult, nu este nevoie ca punctele de început ale sectoarelor să fie aliniate pe disc.

## Identificarea sectoarelor

Pistele și sectoarele nu sunt gravate pe suprafața discurilor. Acestea sunt definite magnetic prin combinații codate de biți, înregistrate pe disc. Înainte ca datele să poată fi scrise pe un asemenea disc, sectoarele sunt marcate astfel încât informațiile să poată fi găsite și citite ulterior. Procesul prin care sunt definite sectoarele de pe disc se numește formatare la nivel scăzut, deoarece se face la un nivel la care nu au acces comenzile Windows obișnuite.

Pentru definirea pistelor au fost folosite pe scară largă trei metode: numărarea pașilor motorului pentru unitățile mai vechi cu mecanism de acționare pas cu pas cu bandă, înregistrarea permanentă a datelor servo despre piste pe suprafața servo dedicată în cazul unităților mai vechi cu bobină și magnet permanent și înglobarea datelor servo în cazul unităților moderne.

În unitățile de hard-disc clasice, sectoarele sunt marcate prin combinații speciale de biți stocate pe disc. Aceste combinații de biți indică începutul sectorului și codifică numărul de identificare al sectorului în cadrul pistei. Numărul de identificare este codat înaintea sectorului, iar după sector sunt înregistrate datele pentru corectarea erorilor. În timpul operării normale, sistemul servo al discului caută o anumită pistă, apoi începe să citească numerele de identificare ale sectoarelor până când ajunge la sectorul solicitat de PC.

Numerele de identificare ale sectoarelor pot să ocupe o parte semnificativă a spațiului de stocare disponibil pe fiecare pistă (aproximativ 10 la sută). Ca urmare, producătorii au încercat să elimine aceste numere. De exemplu, modelul *No-ID Format* dezvoltat de IBM elimină numerele de identificare ale sectoarelor prin stocarea în memoria RAM a unei hărți de format. Această hartă comunică unității unde se află fiecare sector și ce sectoare au fost marcate ca defecte. De exemplu, harta indică unității numărul sectoarelor de pe pistă pentru un sistem de înregistrare pe zone și unde încep sectoarele, relativ la informațiile servo înglobate pe disc. Acest format contribuie și la îmbunătățirea vitezei de acces, deoarece unitatea poate să localizeze imediat un anumit sector, fără să facă ocoluri în cazul înlocuirii sectoarelor defecte.

## Intercalarea sectoarelor

În vremurile când performanțele microprocesoarelor erau mai slabe decât ale hard-discurilor, proiectanții erau nevoiți să scadă performanțele unităților ca să obțină o relație optimă între acestea și PC-urile. Intercalarea sectoarelor era principala metodă pentru obținerea unei corespondențe perfecte. În cazul hard-discurilor moderne, intercalarea nu mai este o problemă.

Intercalarea sectoarelor se referă la relația dintre aranjarea logică a sectoarelor de pe o pistă și aranjarea fizică a acestora. De exemplu, este posibil ca sectoarele să fie numerotate de la 1 la 17 și datele să fie stocate secvențial în aceste sectoare. Nu este obligatoriu ca pe disc sectoarele să fie aranjate în aceeași ordine. Ordinea reală nu este importantă pentru controllerul de disc, deoarece acesta citește numărul de identificare al sectorului (de obicei numărul asociat sectorului respectiv), nu verifică poziția acestuia pe disc. Maparea dintre poziția sectoarelor fizice și logice este determinată de formatul la nivel scăzut al discului.

Intercalarea sectoarelor are rolul să forțeze unitatea de disc să sară peste un număr de sectoare atunci când primește o comandă de citire a mai multor sectoare succesive. De exemplu, să presupunem că sistemul de operare Windows cere citirea sectoarelor 1 și 2. Sistemul de hard-discuri citește sectorul 1, apoi este nevoit să aștepte șase sectoare din

cauza modului de aranjare a sectoarelor înainte de a citi sectorul 2. Timpul trecut între citirea celor două sectoare permite calculatorului gazdă să țină pasul cu discul.

Raportul dintre lungimea unui sector și distanța dintre începutul a două sectoare succesive din punct de vedere logic se numește factor de intercalare. Deoarece unitatea de măsură pentru intercalare este de un sector, deseori este specificat numai factorul din dreapta pentru descrierea intercalării unui disc. Ca urmare, un disc în care nu se sare peste nici un sector are un factor de intercalare de 1:1 sau 1. Dacă se sare peste cinci sectoare înainte de a se ajunge la sectorul căutat, factorul de intercalare este 1:6 sau 6.

Deși ar părea că intercalarea micșorează invariabil rata de transfer a unui disc, un factor optim de intercalare îmbunătățește performanțele. Factori de intercalare mai mari sau mai mici afectează performanțele, iar stabilirea unui factor de intercalare prea mic are efectele cele mai dramatice. De exemplu, să presupunem că PC-ul nu este gata să primească următorul sector citit de pe disc – discul trebuie să efectueze o rotație completă înainte ca sectorul respectiv să poată fi citit din nou, ceea ce înseamnă o întârziere de 17 milisecunde (la o viteză de 3.600 RPM). Dacă saltul peste un singur sector este suficient pentru ca microprocesorul să prindă din urmă discul, întârzierea suplimentară este de numai o milisecundă (presupunând că fiecare pistă are 17 sectoare). În acest caz, un factor de intercalare stabilit corespunzător crește viteza discului de 17 ori față de un disc care nu folosește intercalarea, un argument destul de puternic pentru folosirea unei intercalări optime.

Remarcați că stabilirea greșită a unui factor de intercalare mai mare afectează mai puțin performanțele decât un factor de intercalare mai mic. Un sector suplimentar întârzie citirea următorului sector cu numai o milisecundă, în comparație cu un factor de intercalare prea mic, care impune o întârziere de 17 milisecunde.

Intercalarea nu mai este o problemă pentru hard-discurile cu buffere de pistă, deoarece acestea citesc de fiecare dată o pistă întreagă și trimit PC-ului numai informațiile din sectorul solicitat. Deoarece aproape toate unitățile de disc moderne memorează pistele în întregime, intercalarea nu mai trebuie configurată la instalarea unei noi unități.

Dacă trebuie să vă bateți capul cu o unitate sau un PC mai vechi, s-ar putea să vă întâlniți cu problema factorului de intercalare în timpul formatării unității la nivel scăzut. Deoarece factorul optim de intercalare depinde de posibilitățile PC-ului de a accepta datele, programele de formatare mai bune vă permit să testați discul ca să stabiliți valoarea optimă a factorului de intercalare. Deoarece stabilirea unui factor de intercalare prea mic afectează grav performanțele, producătorii de PC-uri sunt deseori prea conservatori atunci când specifică factorul de intercalare pentru produsele proprii. Deși un factor de intercalare de 1:1 ar părea cel mai bun, rareori această valoare este optimă. Dacă discul nu folosește buffere pentru piste, factorul optim de intercalare este 2 pentru calculatoarele gazdă echipate cu microprocesoare 286 sau mai rapide.

## Decalarea cilindrilor

După ce unitatea de disc a terminat citirea unei piste, capul de citire/scriere trebuie să fie repoziționat pentru citirea următoarei piste. Ca pentru orice mișcare mecanică, pentru repoziționarea capului este nevoie de puțin timp. Deși foarte scurtă, această perioadă este suficient de lungă ca, atunci când capul trebuie să se miște de la sfârșitul unei piste la începutul pistei următoare, să ajungă prea târziu. Ca urmare, unitatea trebuie să aștepte până când întreaga pistă trece pe sub capul de citire/scriere înainte de a putea să citească începutul celei de-a doua piste.

Această problemă este rezolvată ușor printr-o soluție simplă: nealinierea pe aceeași rază a punctului de început al fiecărei piste. Printr-o ușoară deplasare a începutului fiecărei piste față de sfârșitul pistei anterioare poate fi compensată mișcarea capului. Deoarece începutul primelor sectoare ale fiecărei piste și cilindru nu sunt aliniate, ci sunt cumva decalate, această tehnică se numește decalarea pistelor sau decalarea cilindrilor.

## Adresarea

Hard-discurile sunt dispozitive cu acces aleatoriu, dar operează la nivel de sector, nu la nivelul octeților individuali. Unitatea localizează și identifică orice sector după poziția cilindrului la care se deplasează mecanismul de acționare a capetelor, după numărul corespunzător capului din stivă și după numărul sectorului de pe pistă. Cele trei valori – cilindrul, capul și sectorul – formează *adresa fizică* a fiecărui sector de pe disc. Unitatea nu știe ce conține fiecare sector și nici nu o interesează. Unitatea nu face decât să deplaseze capetele în poziția corespunzătoare și să execute comanda de citire sau de scriere.

De obicei, o comandă pentru hard-disc trece prin mai multe niveluri într-un PC. Atunci când o aplicație are nevoie de date stocate pe disc, trimite o comandă către sistemul de operare. Aplicația identifică datele cerute printr-un nume de fișier sau, la cererile ulterioare, printr-un *manipulator de fișier* (file handle). Un manipulator de fișier este un număr pe care sistemul de operare îl alocă fișierului în momentul deschiderii. Sistemul de operare lucrează mai ușor cu manipulatoare de fișiere, formate din câțiva octeți, în loc de 255 sau mai multe caractere alfanumerice. Sistemul de operare transformă numele sau manipulatorul fișierului în termeni pe care îi poate înțelege unitatea de disc și trimite cererea către aceasta.

### Adresarea CHS

Primele hard-discuri cereau sistemului de operare să identifice fiecare sector prin adresa fizică exactă. Sistemul de operare trimitea o comandă prin care specifica cilindrul, capul și sectorul care urmează să fie citit sau scris. Datorită celor trei valori pe care sistemul de operare le trimitea pentru identificarea sectoarelor de date, această formă de adresare se numește de obicei adresare cilindru-cap-sector (cylinder-head-sector) sau *adresare CHS*.

Prin adresarea fizică, toate funcțiile necesare pentru operarea unității de disc sunt îndeplinite de sistemul de operare. Unitatea este un simplu automat care își deplasează brațele numai în urma unei comenzi explicite. Sistemul de operare trebuie să memoreze în ce sectoare sunt stocate blocurile fiecărui fișier. Dacă un sector de pe disc se defectează, intră în responsabilitatea sistemului de operare să nu trimită comenzi pentru folosirea sectorului respectiv.

Tehnologia care stă la baza adresării CHS nu pune nici o problemă. Aceasta este încă folosită intern de unitățile de hard-disc, indiferent de dimensiune. Dar implementarea adresării CHS la nivelul PC-ului are câteva dezavantaje.

Toate lipsurile adresării CHS datează de pe vremea primelor hard-discuri pentru PC-uri. La încorporarea driverelor în PC-uri, producătorii de hardware și software (în principal IBM și Microsoft, la vremea respectivă) au alocat spațiu pentru stocarea valorilor individuale pentru cilindri, capete și sectoare. Valorile maxime pe care le-au ales au fost destul de generoase, cel puțin dacă ținem seama că erau destinate unor unități de hard-disc cu 312 cilindri, 4 capete și 17 sectoare, cu o capacitate de 10 MB. Valorile maxime permise de componentele hardware și software ale primelor PC-uri erau 1.024 de cilindri, 255 de capete și 63 de sectoare – ceea ce înseamnă că au fost rezervați 10 biți pentru cilindri, 8 pentru capete și 6 pentru sectoare. Numărarea capetelor și a sectoarelor

începea de la unu în loc de zero, ceea ce reducea cu o unitate valoarea maximă potențială. Teoretic, aceste valori sunt suficiente pentru stocarea a 8.422.686.720 de octeți.

Din nefericire, aceste valori au fost greșit alese în raport cu configurația fizică a unităților de disc. Puțini producători au creat unități care să aibă chiar și 16 capete de citire/scriere. Pe de altă parte, numărul de 1.024 de cilindri a fost repede depășit de producătorii de hard-discuri. Folosind adresarea CHS, cilindrii cu numere de ordine mai mari de 1.024 erau inaccesibili PC-urilor.

Deși, teoretic, numărul maxim de 1.024 de cilindri impune numai o limită de 8 GB, cerințele ciudate legate de geometria discului pentru adresarea CHS limitează hard-discurile practice la 80-120 MB. Din motive evidente, hard-discurile actuale nu mai folosesc direct adresarea fizică CHS.

## Translatarea sectoarelor

Principala strategie folosită de producătorii de hard-discuri pentru depășirea limitei de 1.024 de cilindri impusă de adresarea fizică CHS directă este *translatarea sectoarelor*. Circuitele electronice ale hard-discurilor translatează valorile CHS trimise de sistemul de operare al PC-ului în valori pe care hard-discul poate să le folosească pentru adresarea fizică a sectoarelor. Deși PC-ul trimite în continuare valori CHS – păstrându-se compatibilitatea cu componentele hardware și software ale PC-urilor convenționale – aceste adrese nu corespund direct sectoarelor de pe disc. Circuitele electronice ale unității remapează valorile CHS primite la valorile CHS pe care le folosește de fapt.

Translatarea sectoarelor permite unității de disc să apară ca și cum ar avea o aranjare diferită a cilindrilor, capetelor și sectoarelor. Cu alte cuvinte, *geometria logică*, adică valorile CHS pe care crede PC-ul că le are unitatea, diferă de geometria fizică. De exemplu, în timp ce o unitate poate avea 2.048 de cilindri și 3 capete de citire/scriere, circuitele electronice ale unității sunt proiectate astfel încât să răspundă ca și cum discul ar avea 1.024 de cilindri și șase capete. Deoarece unitatea pare a avea numai 1.024 de cilindri, PC-ul poate să adreseze tot spațiul de stocare.

De asemenea, translatarea sectoarelor permite producătorilor de unități să folosească înregistrarea pe zone, pentru a include mai multe sectoare pe pistele mai lungi dinspre exteriorul discurilor. Deși PC-urile consideră în continuare că toate pistele conțin același număr de sectoare, prin translatarea sectoarelor se pot masca diferențele dintre zonele discului. Ca rezultat, translatarea sectoarelor permite producătorilor să construiască unități cu capacitate mai mare pentru aceeași densitate de suprafață.

Deoarece translatarea se face în circuitele hardware ale unității, utilizatorul și sistemul nu sunt preocupați de modul fizic de aranjare a capetelor și cilindrilor. Translatarea sectoarelor funcționează cel mai bine pentru hard-discurile cu interfețe înglobate – AT Attachment și SCSI – care oferă proiectantului libertate totală asupra tuturor aspectelor legate de controllerul de disc.

În cazul unor unități de disc, producătorii au făcut încă un pas privind translatarea sectoarelor. Unitatea poate să ajusteze algoritmul de translatare astfel încât geometria logică să corespundă parametrilor de configurare stabiliți de PC. De exemplu, unele unități AT Attachment mai vechi produse de Seagate verifică informațiile de configurare ale sistemului ca să afle ce geometrie de disc se așteaptă să găsească PC-ul, apoi se transformă ca un cameleon pentru a corespunde acestei configurații.

Teoretic, translatarea sectoarelor permite discurilor de până la 8 GB să lucreze cu componentele hardware și software standard ale PC-urilor care folosesc rutinele de acces

la disc ale întreruperii 13. O necorespondență între adresarea CHS prin întreruperea 13 și interfața AT Attachment restricționează capacitatea discurilor la 528 MB (a se vedea secțiunea „Limite de capacitate“ din acest capitol).

Totuși, translatarea automată a sectoarelor are și un dezavantaj. După ce formatați un disc care folosește translatarea automată a sectoarelor, configurația logică a datelor este stabilită și nu poate fi schimbată decât prin reformatarea discului. Deși unitatea se poate adapta automat la parametrii din memoria CMOS, datele nu pot face același lucru.

În plus, pot apărea probleme dacă informațiile de configurare din memoria CMOS a PC-ului se deteriorează. De exemplu, dacă înlocuiți bateria și trebuie să reconfigurați sistemul, trebuie să păstrați aceiași parametri pentru disc pentru a putea să citiți datele stocate. Dacă vreți să transferați un disc și datele stocate pe acesta de pe un calculator pe altul, trebuie să vă asigurați că ați folosit aceiași parametri de configurare pentru ambele sisteme.

Din nefericire, un disc cu translatare automată a sectoarelor nu vă ajută să stabiliți parametrii care trebuie folosiți decât cu o singură informație – capacitatea. Ca urmare, ar trebui să notați pe o etichetă lipită pe hard-disc parametrii (sau tipul unității) folosiți în timpul formatării la nivel scăzut.

## Adresarea pe blocuri logice

Dacă un hard-disc este destul de inteligent ca să translateze adresele primite în adrese CHS, nu mai este nevoie să fie respectate convențiile CHS pentru trimiterea adreselor către o unitate de disc. Unitatea poate mapa orice valoare la adresa CHS fizică a unui sector individual.

Cea mai populară metodă pentru adresarea datelor de pe un disc este *adresarea pe blocuri logice* (logical block addressing sau LBA). Conform schemei LBA, fiecare sector de pe disc este numerotat. Numerele sectoarelor încep de la primul sector utilizabil de pe disc și cresc până la ultimul. Pentru a obține accesul la un anumit sector, PC-ul trimite către unitate numărul sectorului. Unitatea transformă numărul sectorului în valorile fizice necesare adresării CHS.

Adresarea pe blocuri logice permite o mai mare flexibilitate decât adresarea CHS. Tehnica LBA poate fi folosită și pentru adresarea altor dispozitive decât unitățile de disc. Metoda de adresare LBA poate fi folosită de orice dispozitiv care împarte datele în blocuri, care pot avea virtual orice dimensiune. Unitățile de bandă magnetică cu interfețe SCSI sau AT Attachment folosesc adresarea LBA.

PC-urile se așteaptă ca sectoarele hard-discurilor să aibă dimensiunea de 512 octeți. Ca urmare, cele mai multe scheme de adresare LBA pentru hard-discuri folosesc blocuri de 512 octeți. Această dimensiune limitează capacitatea hard-discurillor cu interfețe ATA și SCSI la 8 GB (a se vedea secțiunea „Limite de capacitate“).

Interfața SCSI folosește întotdeauna adresarea LBA. Cele mai multe adaptoare gazdă pentru PC-uri translatează adresele CHS generate de PC-uri în valori LBA, astfel încât să asigure compatibilitatea cu întreruperea 13. Pentru interfața AT Attachment adresarea LBA este opțională. Pentru a folosi adresarea LBA, trebuie să aveți o unitate compatibilă LBA (aproape toate unitățile ATA cu capacități mai mari de 0,5 GB permit adresarea LBA) și un driver care să știe cum să folosească adresarea LBA. Sistemul de operare Windows 95 include în biblioteca de drivere suportul pentru adresarea LBA.

## Remaparea sectoarelor

Eliminarea restricțiilor adresării fizice CHS directe oferă și un alt avantaj: posibilitatea unei unități de disc de a-și modifica automat harta de adrese. Această posibilitate, numită *remaparea sectoarelor*, permite unui hard-disc să evite stocarea datelor în sectoare sau piste cu medii magnetice deteriorate sau periculoase, care ar risca integritatea datelor. Folosind remaparea sectoarelor, unitatea poate să folosească un alt sector fizic în locul unui sector defect, păstrând aceeași adresă a blocului sau a sectorului logic. Hard-discurile moderne remapează sectoarele prin realocare automată. În momentul în care întâlnesc un sector defect, acestea localizează automat un nou sector, mută datele în noul sector și actualizează tabelele pentru substituirea noii adrese de sector. Procesul este invizibil pentru utilizator, fiind executat de unitate la nivel hardware.

## Parametrii discurilor

Luate laolaltă, numărul de discuri (sau de capete de citire/scriere), numărul de cilindri și punctul în care începe precompensarea la scriere formează setul de parametri ai discului. Pentru unitățile care folosesc interfețe la nivel de dispozitiv și unitățile ATA mai vechi, aceste numere sunt necesare controllerului de disc pentru a asigura funcționarea corectă a unităților de disc.

Interfețele de hard-disc moderne pot să se identifice singure. Folosiți funcția de configurare a PC-ului ca să selectați opțiunea „AUTO“ pentru interfața AT Attachment (IDE sau UDMA), iar sistemul BIOS va interoga unitatea, apoi va determina și va încărca automat parametrii acesteia. Funcțiile de identificare pot să determine chiar și producătorul și modelul hard-discului, afișând aceste informații la încărcarea PC-ului.

În primele calculatoare, parametrii hard-discului erau codați permanent în codul firmware, ceea ce făcea problematică schimbarea unităților de disc. Sistemul de configurare care vă permitea să introduceți parametrii folosiți de unitatea de hard-disc a PC-ului a fost considerat o îmbunătățire. Acesta vă oferea posibilitatea să conectați în sistem cele mai multe unități de hard-disc – presupunând că știați toate numerele de care avea nevoie PC-ul.

Dacă sistemul BIOS al PC-ului nu știe cum să citească automat informațiile de formatare codate pe hard-discuri, trebuie să reveniți la vechiul sistem și să introduceți manual acești parametri în timpul configurării sistemului. În cazul hard-discurilor moderne, cu interfețe AT Attachment și mod de translatare automat, nu trebuie să vă puneți problema corespondenței exacte a acestor parametri. Atâta timp cât configurați sistemul cu parametri care reprezintă capacitatea corectă a discului, discul asigură corespondența corectă între parametri.

Adaptoarele gazdă SCSI moderne folosesc coduri BIOS proprii și operează independent de parametrii de configurare ai PC-urilor. (Și unele adaptoare gazdă AT Attachment au coduri BIOS proprii, deci nu folosesc informațiile de configurare ale PC-ului.) Pentru multe dintre PC-urile la care conectați o singură unitate SCSI, de obicei configurați sistemul ca și cum nu ar avea nici un hard-disc. Adaptorul gazdă SCSI se ocupă de toate detaliile, obținând parametrii necesari chiar de la unitate și retransmițând informațiile de configurare PC-ului gazdă. Cele mai multe sisteme SCSI preferă să rămână invizibile pentru sistemul integrat de discuri al PC-ului. Dacă nu aveți decât o unitate SCSI, spuneți PC-ului (prin sistemul de configurare) că nu aveți *nici* o unitate de hard-disc.

## Sistemul de fișiere

Pentru stocarea unui fișier pe disc, sistemul de fișiere FAT îl împarte în clustere – uneori de ordinul sutelor. Fiecare cluster se poate afla oriunde pe disc. Elementele consecutive ale fișierului nu sunt stocate obligatoriu în clustere adiacente fizic de pe disc.

Primele versiuni ale sistemului de fișiere FAT – acum învechite – foloseau o regulă simplă de alegere a clusterelor alocate unui fișier. Primul cluster disponibil, adică cel mai apropiat de începutul discului, este primul folosit. Ca urmare, pe un disc nou clusterele sunt alocate unul după altul și toate clusterele dintr-un fișier sunt contigue.

Atunci când un fișier este șters, clusterele acestuia devin disponibile. Clusterele eliberate, fiind mai apropiate de începutul discului, sunt primele folosite la scrierea pe disc a următorului fișier. Ca urmare, un sistem de fișiere de tip FAT umple mai întâi golurile create prin ștergerea fișierelor. Rezultatul este că noile fișiere pot fi împrăștiate pe tot discul.

Primele versiuni ale sistemului de fișiere FAT foloseau această strategie ciudată deoarece au fost proiectate într-o vreme când capacitatea era mai importantă decât viteza. Scopul era ca fișierele să fie stocate pe disc cu cât mai multă zgârcenie. De mai mult de un deceniu, sistemul de fișiere FAT folosește o altă strategie. În loc să folosească primele clustere disponibile, adică cele mai apropiate de începutul discului, sistemul de fișiere încearcă să umple mai întâi clusterele care nu au mai fost folosite niciodată, înainte de a apela la clusterele șterse. În acest fel clusterele unui fișier sunt mai apropiate unul de celălalt, ceea ce contribuie la creșterea vitezei de citire a unui fișier de pe disc.

### Tabelul de alocare a fișierelor (FAT)

Pentru a ști cărui fișier îi aparține fiecare cluster, sistemele de operare Windows 95 și Windows 98 folosesc un tabel de alocare a fișierelor (File Allocation Table sau FAT), care este un fel de hartă a clusterelor de pe disc. Atunci când citiți un fișier, sistemul de fișiere de tip FAT verifică automat și invizibil tabelul FAT ca să identifice toate clusterele fișierului respectiv. Atunci când scrieți un fișier pe disc, sistemul de fișiere caută în tabelul FAT clusterele disponibile. Indiferent cum sunt răspândite pe disc clusterele individuale ale unui fișier, utilizatorul și programele văd un singur fișier.

Sistemele de fișiere bazate pe tabele FAT numerotează clusterele așa cum o unitate de disc numerotează blocurile logice. Sistemul de operare ține minte ce clustere și în ce ordine au fost alocate fiecărui fișier. Sistemele de operare stochează cea mai mare parte a informațiilor despre clustere în tabelul de alocare a fișierelor.

Sistemele de fișiere FAT funcționează prin înlănțuirea clusterelor. Intrările de director pentru fișiere și pentru subdirectoare conțin numele fișierului și alți câțiva octeți de date. Pe lângă data la care a fost modificat fișierul și atributele fișierului respectiv, aici se păstrează și numărul primului cluster folosit pentru stocarea fișierului sau a subdirectorului.

Atunci când sistemul de operare citește un fișier, mai întâi caută în intrarea de director numărul primului cluster. Pe lângă citirea datelor din clusterul respectiv, sistemul de operare citește și din tabelul de alocare a fișierelor intrarea corespunzătoare primului cluster. Această intrare FAT indică numărul corespunzător *următorului* cluster al fișierului. După citirea clusterului, sistemul de operare caută în tabelul FAT intrarea corespunzătoare clusterului respectiv, ca să afle următorul cluster. Dacă fișierul nu mai conține alte clustere, intrarea respectivă va conține valoarea 0FF(Hex). Intrările

corespunzătoare clusterelor nefolosite – disponibile pentru stocarea fișierelor – conțin valoarea zero.

Atunci când un sistem de operare standard de tip FAT pentru PC-uri șterge un fișier, nu face decât să înlocuiască primul caracter al numelui fișierului din intrarea de director cu valoarea 0E5(Hex) și să stocheze valoarea zero în toate intrările din tabelul FAT corespunzătoare fișierului respectiv. Deoarece celelalte informații rămân intacte (cel puțin până când sistemul de operare rămâne fără spațiu pentru intrările din director și folosește intrările fișierelor șterse), fișierele șterse în mod accidental pot fi recuperate. Programele utilitare de recuperare a fișierelor șterse caută în director intrările care au în locul primului caracter valoarea 0E5(Hex) și le afișează ca fișiere ce ar putea fi recuperate. Din restul datelor rămase în director, programul de recuperare a fișierelor șterse poate să afle primul cluster al fișierului. Descoperirea celorlalte clustere din tabelul FAT este doar o problemă de „ghicire“ după anumite criterii.

Tabelul FAT al unui disc este atât de important încât sistemul de operare Windows evită pierderile de date folosind două copii identice și complete ale tabelului, stocate unul după celălalt pe disc.

## Clusterele

Deși folosirea clusterelor pentru alocarea spațiului de stocare a fișierelor este o tehnică inteligentă, are și unele dezavantaje. Poate să irosească spațiu. Spațiul de pe disc este împărțit în unități de dimensiunea unui cluster. Indiferent cât de mic este un fișier (sau un subdirector, care este un tip special de fișier), ocupă cel puțin un cluster pe disc. Fișierele mai mari ocupă clustere întregi, dar pentru orice fracțiune este nevoie de un cluster întreg. În medie, fiecare fișier stocat pe disc irosește o jumătate de cluster. Cu cât sunt stocate mai multe fișiere, cu atât se pierd mai multe clustere. Cu cât clusterele sunt mai mari, cu atât se pierde mai mult spațiu. Exceptând situațiile în care lucrați numai cu fișiere foarte mari, creșterea dimensiunii clusterelor pentru creșterea capacității discului este o tehnică pe care este bine să o evitați.

Versiunile DOS până la DOS 3.3 foloseau tabele FAT cu intrări pe 12 biți, permițând un total de 4.096 de nume unice de clustere. Folosind clustere de 8.192 de octeți, dimensiunea maximă a unui disc (sau a unei partiții) era de 33.554.432 de octeți – infama limită DOS de 32 MB. Versiunea DOS 4.0 crește dimensiunea intrărilor FAT la 16 biți, ceea ce permite un total de 65.536 de clustere denumite în mod unic. Cu o dimensiune a clusterelor de 2.048 de octeți, pentru economisirea spațiului, dimensiunea maximă a unui disc este de 134.217.728 de octeți (128 MB). Discurile sau partițiile mai mari – până la 512 MB – pot fi obținute prin creșterea pas cu pas a dimensiunii clusterelor, la 4.096 sau 8.192 de octeți. Sistemul de operare DOS 5.0 poate să manipuleze și discuri mai mari, prin împărțirea acestora în partiții, fiecare în limitele impuse de combinația dintre dimensiunea clusterelor și a intrărilor din tabelul FAT.

Versiunile DOS 5 și DOS 6 sunt proiectate astfel încât să folosească cea mai mică dimensiune posibilă pentru o capacitate dată a discului. Ca urmare, discurile cu capacități de până la 134.217.728 pot fi adresate ca o singură unitate folosind clustere de 2.048 de octeți. În cazul clusterelor de 8.192 de octeți, dimensiunea maximă a unui disc sau a unei partiții este de 536.870.912 octeți. Versiunile DOS 5 și DOS 6 pot să manipuleze și discuri de dimensiuni mai mari, dar impun împărțirea acestora în partiții de jumătate de gigaoctet. Tabelul 10.1 prezintă dimensiunea clusterelor folosite de tabelele FAT pe 16 biți pentru discuri de diferite capacități.

**Tabelul 10.1** Capacitatea unităților și dimensiunea clusterelor pentru sistemele de fișiere FAT pe 16 biți

| *Capacitatea unității* | *Dimensiunea clusterelor* |
|---|---|
| de la 0 la 15 MB | 8 KB |
| de la 16 la 127 MB | 2 KB |
| de la 128 la 255 MB | 4 KB |
| de la 256 la 511 MB | 8 KB |
| de la 512 la 1.023 MB | 16 KB |
| de la 1.024 la 2.047 MB | 32 KB |

Structura pe 16 biți a tabelelor FAT create de Microsoft generează și o altă problemă – dimensiunea maximă a discurilor este de 2 GB. În toamna anului 1996, Microsoft a revizuit sistemele FAT pentru acceptarea intrărilor pe 32 de biți. Noul sistem, numit FAT32, rezervă 4 dintre cei 32 de biți pentru utilizări ulterioare, așa că fiecare cluster este identificat printr-o valoare de 28 de biți. Folosind tabelele FAT32, sistemul de operare Windows 95 acceptă discuri cu capacități de până la 2.048 GB și folosește mai eficient discurile mai mici, stocând fișierele în clustere mai mici (a se vedea Tabelul 10.2).

**Tabelul 10.2** Capacitatea unităților și dimensiunea clusterelor pentru sistemele de fișiere FAT pe 32 biți

| *Capacitatea unității* | *Dimensiunea clusterelor* |
|---|---|
| de la 0 la 6 GB | 4 KB |
| de la 6 la 16 GB | 8 KB |
| de la 16 la 32 GB | 16 KB |
| de la 32 la 2.048 GB | 32 KB |

Microsoft a facilitat pătrunderea pe piață a sistemului FAT32. Acesta a fost disponibil inițial în sistemul de operare Windows 95 (versiunea 950b) pus la dispoziția producătorilor de PC-uri pentru preinstalarea pe calculatoarele noi. În prezent este o parte standard a sistemelor de operare Windows 98 și Windows NT 4.0.

Microsoft nu a oferit sistemul FAT32 ca modernizare pentru Windows 95, deoarece nu poate fi instalat printr-un program simplu de revizuire. Pentru sistemul FAT32 trebuie înlocuite toate programele utilitare care lucrează cu discul, cum ar fi FDISK, SCANDISK și DEFRAG, precum și driverul de disc (VFAT.VXD). De asemenea, trebuie să refaceți partițiile de disc și să porniți totul de la zero. Mai mult, programele utilitare produse de firme terțe (cum ar fi Norton) nu lucrează sub sistemul FAT32, așa că trebuie să obțineți noile versiuni de la producători. Cea mai bună strategie este să treceți la Windows 98, care asigură suport nativ pentru sistemul FAT32.

Dacă nu vreți să treceți la Windows 98, puteți să reduceți spațiul irosit fără să treceți la sistemul FAT32. Tot ce vă trebuie este programul DriveSpace 3, inclus pe discul Microsoft Plus! Utilities. DriveSpace alocă spațiul pentru fișiere în sectoare de câte 512 octeți în locul clusterelor, eliminând total problemele legate de clustere. Mai mult, dacă nu aveți încredere în metodele de comprimare a datelor, puteți să instalați

programul DriveSpace 3 *fără* comprimarea datelor, selectând opțiunea No Compression (Fastest) din meniul Advanced settings și apoi instalând programul DriveSpace. Dacă aveți în sistem o mulțime de fișiere mici, puteți să economisiți astfel zeci de megaocteți.

## Comprimarea

Sistemul de fișiere DriveSpace folosit de Windows lucrează cu sectoare individuale, nu cu clustere, atunci când stochează date comprimate într-un fișier de volum comprimat. Sistemul de fișiere preia datele necomprimate cluster cu cluster și le mapează într-o formă comprimată la sectoarele din fișierul de volum comprimat. Pentru a stabili cărui fișier îi aparține un sector, sistemul de operare folosește o formă specială de tabel FAT, numită MDFAT (prescurtarea de la Microsoft DoubleSpace FAT, DoubleSpace fiind predecesorul programului DriveSpace) care codifică primul sector folosit pentru stocarea unui cluster, numărul de sectoare necesare și numărul clusterului din volumul necomprimat stocat în sectoarele respective. Atunci când sistemul de operare are nevoie de datele dintr-un fișier, caută mai întâi clusterele fișierului în tabelul FAT principal al discului, apoi caută aceleași valori în MDFAT. Folosind informațiile astfel obținute, sistemul de operare citește datele, le decomprimă și le transmite aplicațiilor.

Pentru accelerarea operațiilor de scriere a datelor comprimate, sistemul de operare folosește încă un tabel de tip FAT în fișierul de volum comprimat. Numită BitFAT, această structură indică sectoarele din fișierul de volum comprimat folosite pentru păstrarea datelor active și sectoarele libere. Tabelul BitFAT folosește un singur bit pentru fiecare sector din fișier, indicând dacă sectorul este ocupat sau nu.

## New Technology File System

Windows NT și Windows 2000 oferă două opțiuni pentru sistemul de fișiere, același sistem bazat pe tabele FAT creat de la începutul timpurilor, și Windows NT File System, numit de obicei NTFS.

Elementul central al sistemului de fișiere NTFS este tabelul principal de fișiere (*Master File Table*) care stochează toate datele folosite pentru descrierea unui fișier sau a unui director de pe un disc. Principalele date despre un fișier sunt conținute într-o înregistrare din Master File Table (MFT). Aceste înregistrări pot avea lungimea de două, patru sau opt sectoare (adică 1 KB, 2 KB sau 4 KB). Primele 16 înregistrări din tabel sunt rezervate pentru datele fișierelor de *metadate*, primul dintre acestea stocând chiar atributele tabelului MFT.

Pentru NTFS, un fișier este o colecție de *atribute*, fiecare dintre acestea fiind folosit pentru descrierea unui aspect al fișierului. Unul dintre atribute este numele fișierului, iar un alt atribut sunt datele conținute de fișier. Alte atribute pot specifica numele utilizatorului care a lucrat cu un anumit fișier și data ultimei modificări. Tabelul MFT păstrează toate aceste atribute. Pentru identificarea atributelor, sistemul de fișiere alocă fiecărui fișier un număr de identificare (ID) unic – o valoare pe 48 de biți, care permite aproape 300.000 de miliarde de intrări.

În locul clusterelor folosite de sistemul FAT, NTFS folosește sectorul ca unitate de stocare de bază. Sectoarele de pe un disc sau dintr-o partiție sunt identificate prin *numere relative de sectoare* (Relative Sector Numbers), fiecare având o lungime de 32 de biți – suficient pentru a coda 4.294.967.296 de sectoare sau un spațiu total de 2.048 GB. Sectoarele sunt numerotate secvențial, începând cu primul sector din partiție. Fișierele sunt stocate în multipli de sectoare; directoarele sunt formate din unul sau mai multe blocuri de câte patru sectoare.

Fiecare fișier sau director de pe disc are un identificator File NODE, care stochează date descriptive despre fișier sau director. Aceste informații includ atributele fișierului, datele de creare, modificare și acces, dimensiunea și un pointer care indică sectorul în care este stocat fișierul. Fiecare File NODE ocupă un sector (512 octeți). Până la 254 de octeți din identificatorul File NODE al unui fișier stochează numele extins al fișierului, care poate conține litere mari și mici, unele semne de punctuație (puncte, de exemplu) și spații.

Spațiul de stocare de pe un disc NTFS este organizat pornind de la un director rădăcină. Totuși, în sistemul NTFS, poziția și dimensiunea directorului rădăcină nu sunt fixe. Directorul rădăcină este identificat printr-o referință la sectorul Super Block, care este un sector special, întotdeauna al șaisprezecelea de la începutul partiției NTFS. Octeții 12 și 13 – adică octeții aflați la adresa 0C(Hex) relativ la începutul blocului – ai sectorului Super Block indică poziția identificatorului File NODE al directorului rădăcină. Spațiul liber de pe disc este identificat printr-un tabel mapat pe biți.

Ca și în cazul altor identificatori FNODE, un pointer din identificatorul FNODE al directorului rădăcină indică poziția primului bloc de patru sectoare alocate directorului rădăcină. Directorul rădăcină este identic cu celelalte directoare din ierarhia NTFS și, ca și acestea, poate să se extindă sau să se micșoreze pe măsură ce numărul fișierelor conținute se schimbă. Dacă trebuie să se extindă dincolo de limita celor patru sectoare alocate inițial, directorul rădăcină se împarte într-o structură arborescentă. Identificatorul File NODE al directorului rădăcină indică blocul File NODE de bază al arborelui, iar fiecare pointer din arbore indică o intrare de director sau un alt nod de director care, la rândul lui, poate să indice alte intrări, ale căror nume au fost sortate înaintea intrării pointerului. Această structură oferă o cale rapidă pentru găsirea unei anumite intrări și o metodă simplă de scanare a tuturor intrărilor.

Sistemul NTFS permite stocarea fișierelor de orice dimensiune (cu condiția să încapă în partiție), prin alocarea numărului necesar de sectoare. Nu este obligatoriu ca aceste sectoare să fie contigue. Totuși, sistemul NTFS prealocă un număr de sectoare unui fișier în momentul deschiderii, așa că unui fișier îi pot fi alocate sectoare care nu conțin date active. Identificatorul File NODE al fișierului păstrează o înregistrare exactă a sectoarelor folosite pentru stocarea informațiilor. Această schemă de prealocare contribuie la evitarea fragmentării fișierelor. În mod normal, blocul de sectoare alocat unui fișier este contiguu, așa că fișierul nu va fi fragmentat decât după ce toate sectoarele contigue au fost deja folosite.

Două tipuri de sectoare sunt folosite pentru urmărirea sectoarelor alocate unui anumit fișier. Pentru fișierele care au numai câteva fragmente, blocul File NODE păstrează o listă cu toate numerele relative de sectoare ale primelor sectoare din blocurile de sectoare folosite de fișier, precum și numărul total de sectoare din fișier, înaintea celor din fiecare bloc. Pentru regăsirea tuturor datelor dintr-un fișier, sistemul de operare găsește numărul relativ de sector al primului bloc de sectoare folosit de fișier și numărul total de sectoare din bloc. Apoi verifică următorul număr relativ de sector și calculează numărul total de sectoare din fișier.

Dacă fișierul este format din multe fragmente, NTFS folosește un tabel arborescent de pointeri pentru a indica poziția fiecărui bloc de sectoare. Intrarea din blocul File NODE al fișierului stochează pointeri către sectoare, care, la rândul lor, conțin pointeri la date. Printr-un indicator special, fiecare dintre aceste sectoare precizează dacă stochează pointeri la date sau pointeri către alți pointeri.

Pe lângă capacitatea uriașă, sistemul NTFS are un avantaj semnificativ atunci când manipulează ierarhii mari de directoare, directoare care conțin foarte multe fișiere și

fișiere foarte mari. Deși sistemele NTFS și FAT folosesc sisteme de directoare de tip arbore, directoarele NTFS nu sunt aranjate sub forma unui arbore. Fiecare director este aranjat într-o structură arborescentă care, combinată cu sortarea automată a intrărilor, executată de NTFS, permite căutări mai rapide în directoare mari. În plus, NTFS aranjează directoarele pe disc astfel încât să reducă timpul de acces; în loc să înceapă de la marginile discului, directoarele pornesc din centrul acestuia.

Tabelul MFT (Master File Table) încearcă să stocheze toate atributele unui fișier în înregistrarea asociată fișierului respectiv. Dacă atributele unui fișier ocupă prea mult spațiu pentru a fi stocate într-o înregistrare MFT, sistemul de fișiere NTFS stochează atributele în alte înregistrări pentru clustere, creând atâtea *atribute nerezidente* câte sunt necesare pentru stocarea fișierului. Tabelul MFT identifică toate înregistrările care conțin atributele unui fișier după numărul alocat fișierului respectiv (ID).

Acest sistem permite unui fișier să crească până când ocupă întreg spațiul disponibil, păstrând o unitate de alocare de dimensiune mică. Indiferent cât de mare este discul sau partiția, sistemul de fișiere NTFS nu alocă niciodată spațiul în incremente mai mari de 4 KB.

## Limitele de capacitate

De-a lungul anilor, capacitatea hard-discurilor pentru PC-uri a fost restricționată de diferite limite, începând de la 10 MB, așa cum se poate vedea în Tabelul 10.3. În prezent, au rămas numai două limite, iar importanța acestora scade treptat. La instalare, Windows NT 4.0 impune o limită de 2 GB pentru volumele de încărcare. Primele versiuni Windows 95 și NT, folosind vechiul sistem de fișiere FAT pe 16 biți, impun o limită similară pentru toate partițiile. Deși versiunile Windows 95 ulterioare, ca și versiunile Windows 98 sau Windows 2000, nu prezintă această restricție, sistemele BIOS ale unor PC-uri pot să limiteze accesul la hard-discurile mai mari de 8 GB.

**Tabelul 10.3** Principalele restricții istorice privind capacitatea hard-discurilor

| *Limită* | *Capacitate maximă (în octeți)* | *Cauză principală* |
|---|---|---|
| 10 MB | 10.485.760 | Proiectarea hardware |
| 16 MB | 16.777.216 | Tabelul FAT pe 12 biți |
| 32 MB | 33.554.432 | Numărul de intrări în tabelul FAT (16 KB) |
| 128 MB | 134.217.728 | Dimensiunea clusterului (2 KB) |
| 528 MB | 528.482.304 | Necorespondența dintre ATA și BIOS |
| 2 GB | 2.147.483.648 | Tabelul FAT pe 16 biți |
| 8 GB | 8.589.934.592 | Adresele LBA pe 24 de biți |

Structura pe 16 biți a tabelului FAT folosit în primele versiuni Windows 95 impunea limitarea unei partiții la 2 GB. Dimensiunea maximă a clusterelor acceptată de sistemul de operare este de 64 de sectoare sau 32.768 de octeți. Dimensiunea maximă a clusterelor, combinată cu numărul maxim de 65.536 intrări în FAT, avea ca rezultat o partiție adresabilă de cel mult 2.147.483.648 de octeți sau 2 GB. Această limită este depășită prin trecerea la tabelul FAT pe 32 de biți în versiunile Windows 95 ulterioare.

Adresarea pe blocuri logice impune propriile limite privind adresarea discurilor. Principala restricție a adresării LBA este dimensiunea adresei. Interfețele standard SCSI și AT Attachment (IDE sau EIDE) mai vechi alocau 24 de biți pentru adresarea blocurilor.

Această schemă permitea adresarea a 16.777.216 blocuri. Deoarece PC-urile lucrează cu sectoare de 512 octeți, dimensiunea maximă adresabilă a discurilor este de 8.589.934.592 octeți sau 8 GB, folosind forma actuală de adresare pe blocuri logice.

Desigur, discurile mai mari au devenit ceva obișnuit, iar standardele au fost modificate pentru acceptarea acestora. În timpul tranziției către noile standarde, producătorii de PC-uri au ocolit vechile limite instruind sistemele să folosească blocuri mai mari de date. Prin dublarea dimensiunii sectoarelor, la 1 KB, au dublat capacitatea adresabilă. Cvadruplarea dimensiunii sectoarelor a crescut de patru ori capacitatea adresabilă, și așa mai departe.

Limita de 8 GB poate fi impusă de parametri ai sistemelor BIOS din primele PC-uri. Dacă PC-ul nu vă permite să creați partiții mai mari de 8 GB, primul pas este să căutați un cod de modernizare pentru BIOS.

O altă soluție este să folosiți programe speciale de instalare a unităților de disc, cum ar fi Disk Manager al firmei On-Track Computer System sau SpeedStor, produs de Storage Dimension, care instalează driverele software ce permit sistemului să manipuleze discuri mai mari.

## Probleme de performanță

Atunci când cumpără un hard-disc, mulți oameni sunt interesați de performanțe. Se crede că unele unități găsesc și transferă informațiile mai repede decât altele. Și este adevărat. Dar diferențele dintre hard-discurile moderne sunt mult mai mici decât cu ceva timp în urmă și într-un sistem configurat corespunzător acestea pot fi eliminate aproape complet.

Performanțele unui hard-disc sunt legate direct de alegerea mecanismelor. Cel mai mare efect asupra vitezei îl are mecanismul de acționare a capetelor de citire/scriere. Numărul de discuri fizice are un efect mai redus. Deoarece modelele mecanismelor de acționare folosite de producătorii de hard-discuri au devenit tot mai asemănătoare, iar numărul discurilor pentru fiecare unitate a fost limitat de restricțiile privind înălțimea unităților de disc, performanțele diferitelor produse au ajuns cam în același punct.

Totuși, nu toate hard-discurile oferă aceleași performanțe. Diferențele sunt evidente atunci când comparați o unitate veche de câțiva ani cu un produs modern. Înțelegerea elementelor care afectează performanțele unui hard-disc vă poate ajuta să apreciați mai bine progresele făcute în domeniu în ultimii ani și îmbunătățirile posibile în continuare.

### Timpul mediu de acces

Ați întâlnit deja termenul timp de așteptare, care indică întârzierea medie la găsirea unui anumit bit, impusă de mișcarea de rotație a discului. Există și un alt factor care influențează timpul trecut între momentul în care unitatea primește o comandă și momentul în care informațiile sunt scrise sau citite într-un anumit punct de pe disc – viteza cu care capetele de citire/scriere se pot deplasa de pe un cilindru pe altul. Această viteză este exprimată în mai multe moduri, deseori fiind utilizat termenul timp de poziționare. Timpul de poziționare de la o pistă la alta reprezintă timpul necesar pentru deplasarea capetelor de la o pistă la următoarea pistă. Totuși, mai important este timpul mediu de acces, numit uneori timp mediu de poziționare, care specifică durata medie necesară pentru deplasarea capetelor de citire pe orice pistă a discului (sau poziție radială). Cu cât timpul mediu de acces este mai mic (exprimat în milisecunde), cu atât hard-discul este mai rapid.

Timpul mediu de acces este influențat de tehnologia folosită pentru mecanismul de acționare, de masa și de puterea acestuia, precum și de lățimea zonei de stocare a datelor pe disc. Unitățile mai mici au avantaje inerente în reducerea timpului mediu de acces. Capetele de citire/scriere și mecanismele de acționare mai ușoare au inerție mai mică și pot fi accelerate sau oprite mai repede. Cu cât spațiile dintre piste sunt mai înguste, cu atât capetele de citire/scriere trebuie să parcurgă o distanță mai mică de la o pistă la alta.

Timpii de acces pot varia cu un factor de zece. Hard-discurile primelor PC-uri aveau timpi de acces de ordinul a 150 milisecunde, doar cu puțin mai buni decât în cazul dischetelor. Unitățile mai noi au timpi de acces sub 10 milisecunde; unele se apropie de 6 milisecunde.

Timpul mediu de acces de care aveți nevoie depinde de răbdarea dumneavoastră. Mai repede înseamnă întotdeauna mai bine și, de obicei, mai scump. Puteți sesiza diferența dintre o unitate lentă și una rapidă atunci când folosiți PC-ul, mai ales dacă nu aveți suficientă memorie ca să păstrați toate aplicațiile pe care le rulați simultan. Totuși, după ce timpul de acces trece sub 10 milisecunde, îmbunătățirile de performanță costă destul de mult.

Producătorii de discuri au explorat diferite tehnologii exotice pentru reducerea timpului de acces. Unele dintre primele hard-discuri aveau mai mult de o duzină de capete fixe, care scanau discuri uriașe. Deoarece capetele nu se mișcau, timpul de acces era foarte aproape de zero – mai precis, jumătate din timpul de așteptare al unității. Cu aproximativ zece ani în urmă, producătorii de discuri au experimentat unitățile cu mecanism de acționare dual; două capete înseamnă reducerea la jumătate a timpului de așteptare, deoarece un controller inteligent poate suprapune cererile de citire și de scriere. Nici una dintre aceste tehnologii nu a avut succes pe scară largă, deoarece o idee mai bună – mult mai simplă și mai ieftină – a pătruns în lumea PC-urilor: matricea de discuri (o tehnologie numită deseori RAID, prescurtarea de la Redundant Array of Inexpensive Drives). În locul mai multor mecanisme de acționare, tehnologia RAID folosește mai multe *unități de disc* pentru reducerea timpului de acces. În același timp, o matrice RAID poate să crească rata de transfer a datelor și fiabilitatea.

Controllerele avansate de discuri, în special cele folosite în matricele de discuri, pot să reducă întârzierile cauzate de poziționarea capetelor folosind o tehnică de poziționare pe principiul liftului. Atunci când primește mai multe comenzi de citire sau de scriere pentru diferite piste de pe discuri, controllerul organizează aceste cereri astfel încât capetele de citire/scriere se deplasează pe distanțe minime. La fel ca un lift, capetele rezolvă mai întâi cererile de poziționare pe pistele cu numere mai mici, mergând în ordine crescătoare către pistele cu numere mai mari. La următoarea serie de cereri, sunt rezolvate mai întâi cererile pentru pistele cu numere mai mari, apoi în ordine descrescătoare către pistele cu numere mai mici. Datele obținute pentru cererile individuale sunt stocate de controller și furnizate sistemului în ordinea corespunzătoare.

Poziționarea pe principiul liftului îmbunătățește performanțele în sistemele care primesc mai multe cereri de date aproape simultan. Sub DOS, Windows 95 și Windows 98, care sunt sisteme de operare cu un singur fir de execuție (indiferent ce spun cei de la Microsoft), nu se poate beneficia de această tehnică de accelerare a accesului. În DOS nu este trimisă către disc următoarea cerere decât după rezolvarea primei cereri. În sistemele bazate pe Windows NT și Windows 2000, precum și în cele mai multe sisteme de operare în rețea, cererile multiple de căutare pot și chiar apar simultan. În astfel de sisteme, poziționarea pe principiul liftului poate reduce substanțial timpul de acces la disc.

## Rata de transfer al datelor

După ce pe disc este găsit un octet sau o înregistrare, acestea trebuie să fie transferate calculatorului gazdă. O altă specificație a sistemului de discuri, rata de transfer al datelor, reflectă viteza cu care sunt mutați octeții dintr-o parte în alta, afectând viteza de transferare a informațiilor între microprocesor și hard-disc. Rata de transfer a unui disc este determinată de un număr de factori complet diferiți de cei care determină timpul mediu de acces.

De-a lungul anilor, factorul care restricționează rata de transfer al datelor pentru sistemele de calcul a trecut de la microprocesorul gazdă la interfața cu discul, apoi la magistrală și la unitatea de disc. De exemplu, în cazul microprocesoarelor din primele PC-uri (cele produse înainte de 1984), chiar și cele mai lente discuri furnizau datele mai repede decât puteau fi acceptate de sistem. Sistemele din următoarea generație erau mai rapide decâ primele interfețe de disc. După ce producătorii de unități au depășit și această problemă, limitele au fost impuse de magistrala de extensie ISA. După ce magistrala PCI a depășit această barieră, limita a fost impusă chiar de mecanismul unității. Ca rezultat, viteza cu care se rotesc discurile a devenit unul dintre cele mai importante aspecte pentru evaluarea performanțelor discului.

Rata de transfer a unui hard-disc este exprimată în megaherți (MHz) sau megaocteți pe secundă (MB/sec, care reprezintă a opta parte din rata exprimată în megaherți). Primele hard-discuri (cele construite conform anticului standard ST506) aveau o rată maximă de transfer de 0,625 MB/sec. Cele mai bune unități actuale oferă performanțe mai bune – interfața Ultra 2 Wide SCSI poate transfera informațiile la 80 MB/sec – atunci când capetele discului pot citi datele suficient de repede. Hard-discurile UltraDMA sau ATA-4 Mode 2 ajung la 33 MB/sec; discurile UDMA/66 sau ATA-5 Mode 4 ajung la 66 MB/sec.

Interfețele de disc și de magistrală actuale reprezintă rareori puncte de strangulare pentru ratele de transfer ale discurilor. Deși interfețele de hard-disc depășesc cu mult posibilitățile magistralei de extensie ISA, adică aproximativ 8 MB/sec, nu ajung la viteza de 132 MB/sec a magistralei PCI. Aproape întotdeauna, factori fizici care țin de construcția unității restricționează rata de transfer la o valoare mai mică. Principala limită este impusă de combinația între viteza de rotație a discului și densitatea pistelor – adică numărul de sectoare de 512 octeți de pe fiecare pistă. Cu cât discurile se rotesc mai repede și cu cât densitatea datelor de pe fiecare pistă este mai mare, cu atât trec mai multe informații pe sub capetele de citire/scriere într-o perioadă dată de timp. În cazul interfețelor la nivel de dispozitiv, acestea sunt datele brute transferate prin interfață – produsul între viteza de rotație și capacitatea fiecărei piste reprezintă rata brută de transfer.

Rețineți că interfața folosită de un hard-disc nu reflectă exact rata de transfer susținută. Unitatea poate să mențină viteza respectivă numai atât timp cât bufferul de pe placă este plin. Viteza este apoi limitată de viteza de citire fizică a datelor de pe disc. Ca rezultat, viteza de rotație oferă o indicație bună (dar încă aproximativă) a performanțelor de transfer asigurate de unitate.

## Utilizarea cache-ului pentru disc

Cea mai bună metodă de izolare a PC-ului de capriciile mecanice ale tehnicii de poziționare a hard-discului este utilizarea cache-ului. Această soluție elimină întârzierile de poziționare atunci când o cerere de citire (sau de scriere, pentru sistemele care utilizează un cache de scriere) implică date stocate deja în cache – informațiile sunt obținute la viteza de lucru a memoriei RAM. Cache-ul ridică rata de transfer al datelor la

viteza permisă de cea mai lentă interfață dintre cache și microprocesorul gazdă. Dacă memoria cache este inclusă în unitatea de disc, principala restricție este impusă de interfața cu discul; dacă se află pe controllerul de disc sau pe adaptorul gazdă, limitele sunt impuse de interfața cu magistrala; în cazul unui cache software, singurele restricții sunt impuse de viteza microprocesorului și viteza de acces la memoria sistemului.

## Unitățile AV

Aplicațiile multimedia și editarea neliniară sunt două domenii populare care au nevoie de unități de mare capacitate, dar cu cerințe speciale. Aceste aplicații au nevoie de acces aproape secvențial la sistemul de stocare, pentru scrierea și citirea unor secțiuni lungi de date audio și video în timp real. Pentru astfel de aplicații, proiectanții au pus la punct *unitățile AV*, care sunt optimizate pentru aplicațiile audio și video.

Mai importantă decât capacitatea este viteza de acces. Spre deosebire de hard-discurile obișnuite, care trebuie să permită accesul aproape instantaneu la date complet aleatorii, unitățile AV sunt optimizate pentru accesul secvențial la viteze foarte mari. Fișierele audio și video tind să fie foarte mari și liniare, fiind citite secvențial pe perioade lungi. Timpul de acces este mai puțin important decât ratele de transfer susținute. De exemplu, cele mai multe produse video actuale au nevoie de rate de transfer de 27 MB/sec, dar folosesc comprimarea cu un raport de 10 la 1 pentru obținerea unui flux de date cu viteza aproximativă de 2,7 MB/sec la citire și scriere. Pentru obținerea unor performanțe maxime, aceste unități folosesc pe scară largă buffere și uneori sacrifică sau amână unele funcții de asigurare a integrității datelor.

Pentru manipularea cât mai rapidă a datelor audio și video, unitățile AV au de obicei viteze foarte mari de rotație, ajungând până la 10000 RPM, iar modelele mai noi vor folosi, fără îndoială, chiar și viteze mai mari. În plus, cele mai multe conțin buffere de dimensiuni mari, care mențin productivități mari chiar și atunci când capetele de citire/scriere trec de la o pistă la alta sau apar erori. De asemenea, unitățile AV încearcă să mențină contiguitatea datelor, înregistrând informațiile din fluxul de date în sectoare secvențiale, astfel încât deplasarea capetelor să fie minimă.

Pentru obținerea ratelor mari de transfer necesare aplicațiilor video, unitățile AV trebuie să folosească toate trucurile de mărire a vitezei. Domeniul acestora este destul de larg și cele mai multe implică un compromis între viteza fluxului de informații și securitatea absolută a datelor, pentru a elimina eventualele întreruperi la furnizarea datelor. Raționamentul acestui compromis este faptul că datele video, spre deosebire de datele din foile de calcul tabelar sau din bazele de date, tolerează mai bine erorile, așa că o secvență de date eronate nu face nimănui rău. În definitiv, un sector nu înseamnă nici măcar o treime dintr-o linie a unei secvențe video necomprimate. Subsistemul video poate corecta astfel de erori, mascându-le complet.

O modalitate de prevenire a întreruperilor în fluxul de date este modificarea procedurilor de tratare a erorilor. De obicei, proiectanții cer ca la apariția unei erori să se încerce recitirea discului. Cei mai mulți producători folosesc algoritmi complicați pentru aceste recitiri, deseori schimbând poziția capetelor de citire/scriere sau efectuând o recalibrare termică. Dacă acestea nu sunt suficiente, unitatea poate apela la codurile corectoare de erori pentru refacerea datelor. Unitățile AV modifică aceste priorități. Deoarece corectarea erorilor se face în circuitele electronice și nu impune întârzieri mecanice, discurile AV folosesc mai întâi această metodă pentru corectarea erorilor. Numai dacă nu poate reface datele, unitatea încearcă să le recitească de pe disc, de obicei de un număr limitat de ori.

Hard-discurile avansate păstrează un jurnal al erorilor întâlnite, astfel încât acestea pot fi folosite ulterior la diagnosticare. Operațiile de scriere în jurnal înseamnă timp și reduc performanțele. Discurile AV amână scrierea jurnalelor până când poate fi făcută fără întreruperea fluxului de date.

Unitățile obișnuite sunt încetinite de remaparea sectoarelor, caracteristică pe care discurile AV o evită, pentru a elimina reducerile de performanță pe care le implică aceasta. Procesul de remapare a sectoarelor impune întârzieri în fluxul de date, deoarece capetele de citire/scriere trebuie să sară dintr-un loc în altul pe disc în timpul scrierii sau citirii datelor. Discurile AV renunță deseori la remaparea automată pentru a evita întreruperile în fluxul de mare viteză al datelor.

Posibilitatea apariției unor erori necorectate la citirea sau scrierea datelor face ca unitățile AV să fie mai puțin potrivite pentru aplicațiile care folosesc date critice. Totuși, dacă sunt folosite în aplicațiile pentru care au fost proiectate, discurile AV oferă performanțe excelente, cu un nivel de risc acceptabil.

## Instalarea

Instalarea unui hard-disc implică mai multe aspecte. Trebuie să montați unitatea în PC – sau să găsiți un alt spațiu pentru aceasta. Trebuie să faceți diferite conexiuni electrice, nu numai pentru semnalele de date și de control care trec prin interfață, ci și pentru alimentare și, de obicei, pentru un indicator privind activitatea unității.

Chiar dacă ați conectat unitatea și discurile au început să se învârtească, încă nu ați terminat instalarea. În ciuda cablurilor întinse, a degetelor zdrelite și a blestemelor care au făcut ca familia și prietenii să caute un loc mai curat, s-ar putea ca PC-ul să nu știe, să nu înțeleagă sau să nu creadă că ați făcut ceva. S-ar putea să refuze pur și simplu să vă recunoască munca până când nu îi spuneți ce ați făcut. Cu alte cuvinte, trebuie să reconfigurați PC-ul pentru ca acesta să poată folosi unitatea.

Și nu e totul. În funcție de bunătatea furnizorului de hard-discuri (sau de lipsa acesteia), s-ar putea să fie nevoie să parcurgeți și câteva etape de pregătire logică a unității. Deși puține dintre hard-discurile actuale mai necesită formatarea la nivel scăzut, este posibil să fiți nevoit să partiționați discul și să îl formatați înainte de a-l putea folosi. În ciuda complicațiilor aparente pe care cei din industria calculatoarelor și a dispozitivelor de stocare masivă vi le-au pus în cale, procesul de instalare poate fi simplu, direct și chiar ușor, dacă îl parcurgeți pas cu pas.

Ca pentru orice componentă hardware pe care o instalați în PC, procesul de adăugare sau de înlocuire a unui hard-disc depinde de vârsta sistemului și de produsele software folosite. Înainte de apariția sistemului de operare Windows 95 și a standardului Plug-and-Play, procesul era în întregime manual. Inovațiile apărute simplifică unele etape, dar nu modifică procesul de configurare.

Asigurarea legăturii logice dintre unitate și PC implică mai multe etape. În primul rând, trebuie să identificați tipul unității, pentru ca sistemul să știe cum să o folosească. Apoi s-ar putea să fie necesară formatarea la nivel scăzut a discului. În continuare, trebuie să decideți cum împărțiți capacitatea unității, creând una sau mai multe partiții. Apoi formatați individual fiecare partiție. Diferitele etape ale procesului iau forme diferite, în funcție de sistemul de operare folosit.

Desigur, înainte de a vă face probleme privind aceste etape, trebuie să pregătiți discul pe care vreți să îl instalați. Etapele de pregătire depind de interfața folosită și sunt tratate pe

larg în Capitolul 8, „Tehnologii de stocare masivă“. Iată un scurt rezumat care vă va ajuta să faceți primii pași. Cele mai multe dintre noile unități folosesc interfețe EIDE sau SCSI. Trebuie să configurați unitatea EIDE ca master sau ca slave, în funcție de modul în care vreți ca acesta să lucreze în PC. Trebuie să alocați un identificator (ID) de dispozitiv nefolosit și să instalați terminatorul corespunzător pentru unitățile SCSI. După configurarea unității, puteți să conectați cablurile necesare.

## Recunoașterea unităților de disc

După ce hard-discul este instalat fizic și conectat corespunzător la PC, trebuie să vă asigurați că sistemul îl recunoaște. Nimic nu este mai frustrant decât să instalați un nou hard-disc, să porniți calculatorul și să nu vedeți o nouă literă de unitate. Înainte ca un hard-disc să fie recunoscut de cele mai multe sisteme de operare pentru PC-uri ca o nouă literă de unitate, PC-ul trebuie să afle că ați instalat unitatea, iar aceasta trebuie să includă marcaje electronice pe care sistemul de operare să le poată identifica. Uneori PC-ul detectează automat instalarea unei noi unități. Totuși, în cazul unor interfețe și al PC-urilor mai vechi, trebuie să comunicați sistemului că ați instalat un nou hard-disc, identificând parametrii acestuia prin intermediul procedurii de configurare a sistemului. PC-ul adaugă marcajele electronice necesare în timpul partiționării unității. Sistemul nu recunoaște o nouă unitate decât după partiționarea acesteia (desigur, exceptând situațiile când producătorul are bunăvoința de a o partiționa în locul dumneavoastră). În cazul hard-discurilor mai vechi, s-ar putea să fie necesară formatarea la nivel scăzut înainte de partiționare.

Procesul de pregătire a unității pentru a fi recunoscută de PC implică trei etape: folosirea procedurii de configurare BIOS pentru identificarea parametrilor unității, formatarea la nivel scăzut și partiționarea. Pentru cele mai multe unități noi nu este necesară decât ultima dintre aceste etape.

## Configurarea BIOS

În mod obișnuit, în procesul de configurare BIOS al PC-urilor moderne nu este nevoie decât să vă asigurați că sistemul s-a autoconfigurat corespunzător. La încărcarea PC-ului, codul BIOS caută hard-discurile instalate în sistem, le interoghează pentru obținerea parametrilor referitori la producător, model și configurare, apoi adaugă valorile corespunzătoare în tabelele pentru unități.

Dacă instalați un disc nou într-un PC vechi sau un disc vechi într-un PC nou, este posibil ca procedura de configurare automată să nu funcționeze; s-ar putea ca unitatea să nu aibă posibilitatea să se identifice sau ca sistemul BIOS să nu poată interoga unitatea. În astfel de situații, PC-ul trebuie să știe numărul de cilindri, capete și sectoare folosite – și probabil și informații mai ezoterice, precum precompensarea la scriere și identificarea zonei de aterizare – înainte de a putea să preia controlul asupra unității și să o testeze.

Unele unități vechi, de capacitate mică, vă permit să selectați parametrii în funcție de tip, care este o valoare numerică între 1 și 15 (sau chiar în jur de 45). Desigur, trebuie să cunoașteți numărul alocat de producătorul PC-ului pentru modelul și tipul de hard-disc pe care îl aveți. Deoarece valorile sunt alocate diferit de producătorii de PC-uri, configurarea poate fi o problemă. În timpul tranziției către identificarea automată modernă a unităților de disc, cei mai mulți producători de PC-uri permiteau introducerea unor valori proprii de configurare pentru hard-discuri. Pentru aceste sisteme, selectați de obicei tipul de disc 47 (sau o altă valoare rezervată de BIOS în acest scop), apoi introduceți parametrii folosiți de unitate.

Rețineți că atât tipul unității, cât și parametrii configurați de utilizator sunt stocați în memoria CMOS. Dacă memoria CMOS a unui PC mai vechi nu mai este alimentată cu energie (de exemplu, dacă bateria se consumă sau este deconectată) și sistemul nu poate identifica automat unitatea, PC-ul nu se mai poate încărca. PC-ul nu mai poate să localizeze unitatea. Va trebui să reintroduceți parametrii prin procedura obișnuită de configurare din BIOS. Dacă la încărcare PC-ul nu mai recunoaște un hard-disc care funcționase normal, primul lucru pe care trebuie să îl verificați este tipul selectat pentru disc în configurația BIOS.

## Formatarea la nivel scăzut

Un hard-disc nou este ca un copil nou-născut: deși are unele posibilități integrate, mintea și memoria nu conțin mai nimic. Trebuie să afle câteva lucruri despre lume înainte de a putea să-și îndeplinească funcțiile pentru care a fost proiectat. De exemplu, multe unități trebuie să delimiteze pe lungimea pistelor sectoarele individuale care vor fi folosite pentru stocarea datelor.

Ca și în cazul dischetelor, organizarea unui hard-disc se numește format. Hard-discurile diferă de dischete prin faptul că două niveluri de organizare poartă același nume – formatul la nivel scăzut și formatul sistemului de operare. Ambele sunt necesare pentru folosirea unui disc, dar fiecare are propriul rol și se face printr-o procedură proprie.

Aproape toate hard-discurile sunt livrate deja formatate la nivel scăzut, așa că nu trebuie să treceți prin procesul de formatare la nivel scăzut pentru o unitate nouă. De fapt, unele unități mai vechi chiar vă avertizează că nu ar trebui să le formatați la nivel scăzut. Totuși, dacă se întâmplă ceva cu adevărat grav cu sistemul dumneavoastră și vreți să ștergeți toate urmele vechiului sistem de operare și ale partițiilor de disc, uneori este recomandată formatarea la nivel scăzut.

Unitățile moderne știu să se formateze singure la nivel scăzut. Nu trebuie decât să le spuneți să înceapă procesul. Cele mai multe coduri BIOS ale PC-urilor noi vă permit să lansați procesul de formatare din procedura de configurare a PC-ului. De obicei, aveți la dispoziție o opțiune pentru „utilitare de disc“ sau „întreținerea discului“, care vă permite accesul la procedura de formatare la nivel scăzut. În general, adaptoarele gazdă SCSI includ o posibilitate asemănătoare de acces în procedurile *proprii*.

În cazul unor discuri sau sisteme mai vechi, uneori trebuie să rezolvați problema *pistelor defecte*. În timpul producerii discurilor din interiorul unei unități de hard-disc, uneori apar defecte în mediul magnetic. Aceste defecte nu permit înregistrarea corectă a datelor. Sectoarele în care apar defecte se numesc *sectoare defecte*; pistele care conțin aceste sectoare se numesc piste defecte.

Hard-discurile moderne asigură gestionarea automată a defectelor, detectând punctele cu defecte și remapându-le automat. Deoarece unitatea gestionează defectele, PC-ul nu află niciodată că există puncte defecte pe hard-disc. PC-ul vede un disc în perfectă stare. Deși în cazul adresării pe blocuri logice (Logical Block Addressing) gestionarea defectelor este mai ușoară, orice unitate care folosește translația sectoarelor poate utiliza această tehnologie. Numai unitățile care folosesc adresarea fizică directă a sectoarelor nu pot utiliza această tehnologie.

Unitățile mai vechi care nu asigură gestionarea automată a defectelor au nevoie de puțin ajutor din partea PC-ului. Calculatorul poate trata sectoarele defecte, împiedicând folosirea normală a acestora. În timpul formatării la nivel scăzut, sectoarele care nu funcționează normal sunt marcate ca atare și sistemul nu permite folosirea acestora. Singurul efect negativ al marcării acestor sectoare ca defecte este ușoara scădere a capacității hard-discului.

Unele programe de formatare la nivel scăzut vă cer să introduceți datele despre sectoarele defecte înainte de a începe procesul de formatare. Deși acest lucru pare redundant – programul de formatare verifică oricum sectoarele – operația este utilă. Verificarea în fabrică a sectoarelor defecte este mai riguroasă decât în timpul procesului de formatare. Verificarea atentă evită deteriorările ulterioare. Deși operația este obositoare, este recomandat să introduceți sectoarele defecte atunci când programul de formatare vă cere acest lucru. De obicei, lista sectoarelor defecte este furnizată pe o hârtie care însoțește unitatea de disc sau pe o etichetă lipită chiar pe aceasta.

Un sector defect este un lucru foarte rău numai dacă apare pe prima pistă a discului. Prima pistă (Track 0) este folosită pentru stocarea datelor de partiționare și a datelor de încărcare. Aceste informații trebuie să se afle pe prima pistă a discului. Dacă nu pot fi scrise în acest loc, discul nu funcționează. Dacă aveți un hard-disc cu prima pistă defectă, returnați-l furnizorului de la care l-ați cumpărat. Dacă reformatați discul după o cădere a capetelor și descoperiți în timpul procesului de formatare că pista 0 este defectă, aveți nevoie de un disc nou.

## Partiționarea

După ce formatați discul la nivel scăzut, trebuie să îl partiționați. Partiționarea este o funcție a sistemului de operare. Partiționarea stabilește structura logică a hard-discului, creând o formă compatibilă cu sistemul de operare.

Sub Windows 95 și Windows 98, trebuie să partiționați hard-discul în modul MS-DOS sau din linia de comandă MS-DOS, rulând un program utilitar numit FDISK. Dacă nu faceți acest lucru, la încărcarea sistemului veți primi un mesaj de eroare. Puteți găsi programul FDISK în dosarul COMMAND de sub dosarul WINDOWS de pe discul C:.

În general, partiționarea este o modalitate de împărțire a hard-discului fizic în mai multe unități logice de disc. Fiecare dintre acestea se comportă ca și cum ar fi un hard-disc separat. Partiționarea are trei scopuri: contribuie la organizarea discului, vă permite să folosiți discuri mai mari decât ar putea fi manipulate de structura logică a sistemului de operare și vă permite să stocați sisteme de operare și sisteme de fișiere diferite pe aceeași unitate de disc fizică.

PC-ul păstrează informațiile despre partiționarea discului într-un tabel principal de partiții (Master Partition Table), localizat pe primul sector fizic al discului. Acesta este deplasat față de începutul discului – adică sectorul 00(Hex), cilindrul 00(Hex) și capul 00(Hex) – cu 364 de octeți. Cu alte cuvinte, tabelul principal de partiții se află la adresa 01BE(Hex) față de începutul hard-discului. Acest tabel este format din 64 de octeți, împărțiți în patru intrări de câte 16 octeți, în care sunt păstrate informațiile despre cele patru partiții. Tipul fiecărei partiții este identificat printr-un număr (ID).

Partițiile DOS extinse au propriile tabele de partiție, în care sunt stocate valorile necesare pentru definirea volumelor logice (cunoscute sub numele de volume extinse). Fiecare dintre aceste volume extinse începe cu propriul tabel de partiție extinsă, care folosește același format ca și tabelul principal de partiții. Dacă un disc are mai multe volume extinse, tabelul primei partiții extinse indică următorul volum, așa că tabelele de partiții formează un lanț.

Primul octet din tabelul principal de partiții este un indicator de încărcare; acesta arată dacă partiția respectivă este folosită pentru încărcarea sistemului. O partiție folosită la încărcare conține în acest octet valoarea 80(Hex), iar în primul sector conține codul de încărcare a sistemului. Partițiile care nu sunt folosite pentru încărcare sunt marcate cu valoarea 00(Hex). Dintre partițiile DOS, numai partiția primară poate fi folosită pentru încărcare.

Tabelul partiției definește dimensiunea acesteia prin sectoarele de început și de sfârșit. Trei octeți, începând de la adresa 01(Hex), codifică numerele capului, sectorului și cilindrului de la care începe partiția. Trei octeți, începând de la adresa 05(Hex), codifică numerele capului, sectorului și cilindrului la care se termină partiția. În ambele cazuri, numărul capului este codat pe un octet întreg; numărul sectorului este codat pe ultimii șase biți ai celui de-al doilea octet iar numărul cilindrului este codat pe primii doi biți ai celui de-al doilea octet și pe toți cei opt biți ai celui de-al treilea octet. Cele trei valori definesc geometria maximă pe care o permite această schemă de partiționare: 256 de capete (opt biți), 64 de sectoare (șase biți) și 1.024 de cilindri (10 biți).

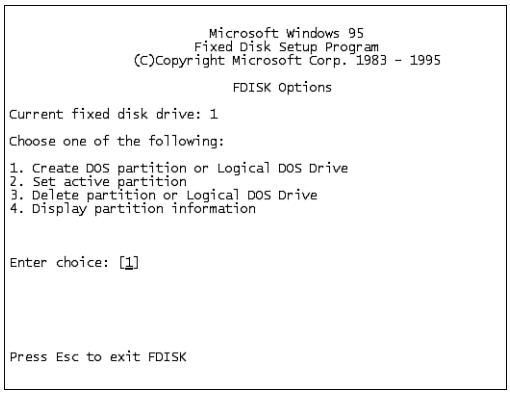
Octetul dintre datele care definesc începutul și sfârșitul partiției – de la adresa 04(Hex) – este un indicator de sistem (System Indicator Byte) care definește sistemul de fișiere folosit în partiția respectivă.

Un cuvânt dublu (patru octeți) de la adresa 08(Hex) stochează numărul sectorului de început, relativ la primul sector de pe disc. Un alt cuvânt dublu, aflat la adresa 0C(Hex), stochează lungimea partiției în sectoare.

În lipsa altor instrucțiuni, sistemul de operare alocă automat litere de unități discurilor și partițiilor. La încărcare, PC-ul citește tabelul de partiții ca să găsească partiția de încărcare. În cursul procesului de încărcare, sistemul de operare Windows alocă o literă de unitate fiecărui volum pe care îl configurează. Mai întâi caută toate hard-discurile fizice din sistem care conțin partiții primare și le alocă litere succesive de identificare, începând cu C: pentru discul de încărcare. După ce toate partițiile primare au fost identificate, sistemul de operare continuă alocarea literelor pentru volumele din partițiile extinse, identificând toate volumele unui hard-disc fizic înainte de a trece la următorul.

Puteți să schimbați acest comportament automat folosind diferite programe utilitare.

**FIGURA 10.2**
*Primul ecran afișat de programul de partiționare FDISK.*


Microsoft Windows 95
Fixed Disk Setup Program
(C)Copyright Microsoft Corp. 1983 - 1995
FDISK Options
Current fixed disk drive: 1
Choose one of the following:
1. Create DOS partition or Logical DOS Drive
2. Set active partition
3. Delete partition or Logical DOS Drive
4. Display partition information
Enter choice: [1]
Press Esc to exit FDISK

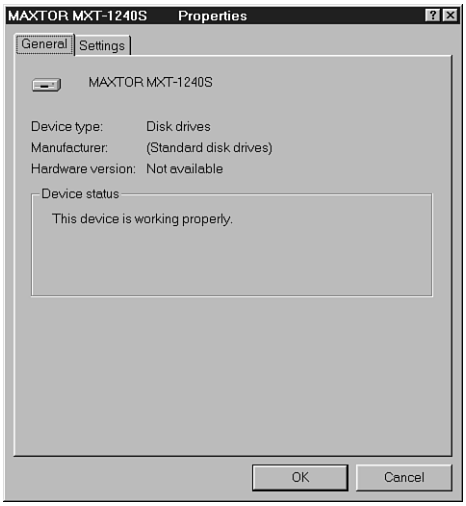
Programul FDISK, așa cum este folosit de Windows 95 și Windows 98, este un program destul de primitiv și inflexibil, care vă obligă să selectați opțiuni de meniu, cerându-vă să respectați ordinea corectă. Figura 10.2 prezintă primul ecran afișat de ultima versiune a programului FDISK, livrată împreună cu sistemul de operare Windows 98.

În modul normal de operare, programul FDISK vă cere să selectați opțiunile în ordine corectă, selectând mai întâi funcția de creare a unei noi partiții, recomandând dimensiunea maximă a partiției și stabilind partiția ca activă. Singura dată când selectați o valoare mai mică decât dimensiunea maximă a partiției permisă de FDISK este atunci când vreți să împărțiți unitatea în partiții separate, fiecare cu propria literă de unitate, pentru accesul mai ușor sau pentru reducerea dimensiunii clusterelor. Dacă nu folosiți tot spațiul de pe disc pentru prima partiție, puteți să creați mai multe partiții și apoi să alocați fiecăreia o literă de unitate logică.

FDISK nu vă permite să modificați dimensiunea partițiilor după creare. Dacă vreți să modificați configurația discului sau dimensiunile partițiilor, trebuie mai întâi să ștergeți partițiile existente, apoi să luați totul de la început. Dacă modificați partițiile de pe hard-disc, conținutul acestora se pierde. Nu uitați să faceți o copie de siguranță.

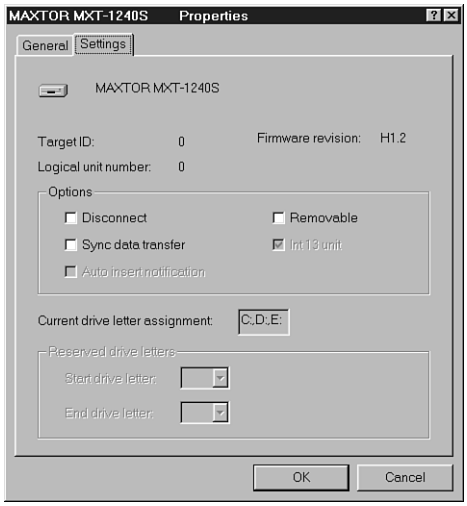
Unele hard-discuri SCSI pun probleme sistemelor de operare Windows 95 și Windows 98. Aceste discuri trebuie să fie configurate pentru accesul prin întreruperea 13 înainte ca Windows să le poată partiționa. Pentru această configurare în Windows 95, selectați pagina Device Manager (Gestionarul de dispozitive) după ce executați dublu clic pe pictograma System din dosarul Control Panel, care poate fi deschis prin selectarea opțiunii Settings din meniul Start. De asemenea, puteți să executați clic cu butonul din dreapta pe pictograma My Computer, să selectați opțiunea Properties din meniul derulant, apoi să selectați opțiunea Device Manager.

**FIGURA 10.3**
*Fereastra Properties (Proprietăți) pentru unitatea de disc selectată.*




Programul Device Manager va afișa o intrare pentru hard-discuri. Executați clic pe semnul plus din dreptul intrării Disk Drive ca să vedeți unitățile instalate pe calculator. Selectați unitatea pe care vreți să o partiționați, apoi executați clic pe butonul Properties. Veți vedea o imagine precum cea din Figura 10.3.

**FIGURA 10.4**
*Opțiunea de folosire a întreruperii 13 preselectată de Windows 95.*




Cele mai multe adaptoare gazdă SCSI vor selecta întreruperea 13 și nu vă vor permite să modificați această opțiune. În acest caz, sistemul de operare va selecta opțiunea respectivă și o va dezactiva, așa cum se poate vedea în Figura 10.4.

Dacă, atunci când deschideți pagina Settings, vedeți că întreruperea 13 nu este selectată, mutați cursorul mouse-ului în caseta din dreapta opțiunii Int13 Unit și executați clic ca să puneți un semn de validare în casetă. Executați clic pe butonul OK, apoi reinițializați sistemul folosind opțiunea Shut Down de la butonul Start. Puteți apoi să partiționați hard-discul SCSI. Deși pentru cele mai multe hard-discuri aceste etape nu sunt necesare, Microsoft recomandă parcurgerea etapelor preliminare pentru a vă asigura că hard-discul SCSI este marcat ca unitate Int13.

## Formatarea

Ultima etapă de pregătire a unui disc în vederea folosirii este formatarea acestuia sub sistemul de operare pe care intenționați să îl folosiți. Sub Windows 95 sau Windows 98, aceasta înseamnă selectarea opțiunii Format din meniul File, după ce ați selectat pictograma unității sau rularea programului FORMAT din linia de comandă MS-DOS. Opțiunea de formatare rapidă (*fast format* sau *quick format*) a programului FORMAT folosit în prezent nu rescrie zonele de date de pe hard-disc (ceea ce înseamnă că nu le reîmprospătează). Programul nu face decât să șteargă tabelul de alocare a fișierelor. (Din această cauză puteți să anulați comanda de formatare – prin stocarea unei copii a tabelului FAT în altă parte a discului, programul poate să refacă tabelul FAT pentru a regăsi fișierele ascunse în timpul operației de formatare.)

# Fiabilitatea

Încredințați hard-discului date de valoare, așa că este normal să vă așteptați să le găsiți pe disc atunci când aveți nevoie de ele. Nu vreți să vedeți mesaje de rău augur, precum „General Disk Failure“, atunci când pregătiți bugetul pentru anul următor (sau explicați ce nu a mers bine în anul anterior). Doriți ca unitatea de disc să fie la fel de rezistentă ca, să zicem, o cărămidă.

Din nefericire, evaluarea fiabilității unui hard-disc actual doar printr-o simplă privire este aproape la fel de utilă ca și studierea din ochi a unei cărămizi. Sunt vizibile doar o mică parte dintre componentele electronice, iar mecanismul este chiar mai inaccesibil. Indiferent de intenții, scopuri și dorințe, hard-discul este o cutie neagră, sigilată, care nu își dezvăluie secretele decât dacă folosiți un deschizător de conserve. Dar dacă folosiți astfel de mijloace ca să investigați un disc dintr-un magazin, vânzătorul va fi bucuros să vă prezinte nota de plată, după ce-și revine în urma infarctului miocardic.

## MTBF

Singura soluție este să credeți ceea ce vă spune vânzătorul, care, în cel mai bun caz, vă va spune minciunile pe care le-a aflat de la producătorul unității. Cele mai multe dintre aceste minciuni au o formă numerică, iar cea mai des citată este valoarea pentru timpul mediu între defectări, sau MTBF (Medium Time Between Failures).

Valoarea MTBF ar trebui să vă ofere o indicație generală privind fiabilitatea hard-discului, dar valorile citate în prezent sunt aproape ridicole. Dacă, la un moment dat, unitățile erau evaluate la 25.000 de ore, cele mai multe sunt evaluate în prezent cu valori între 100.000 și 160.000 de ore, adică de la 11 la 18 ani. Unii producători oferă valori MTBF de ordinul a 300.000 de ore sau chiar mai mult – 34 de ani. Ar fi bine dacă PC-ul (sau chiar dumneavoastră) ar rezista atât. O valoare MTBF mare este o asigurare pentru durata mare de viață a unității. Dar este bine să luați în considerare și modul în care producătorul susține valoarea MTBF oferită. O valoare MTBF de 500.000 de ore nu are nici o semnificație dacă producătorul vă oferă o garanție de numai 90 de zile.

## Tehnologia S.M.A.R.T.

Cele mai multe defectări apărute în cazul unităților de disc nu ar trebui să fie surprinzătoare. Un disc tipic se defectează la fel cum se scufundă un vapor, alunecând ușor către abis. Dacă sunt avertizați cu destul timp înainte să părăsească nava – și dacă au la dispoziție destule veste de salvare – toți cei de la bord pot fi salvați. Dacă știți că discul este pe cale să moară, puteți să faceți o copie de siguranță a fișierelor și să fiți pregătit pentru dezastrul final.

Trucul este ca discul să vă avertizeze despre dezastrul ce urmează să apară *înainte* ca datele să se piardă – și exact acesta este rolul tehnologiei S.M.A.R.T. (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology), o caracteristică a celor mai multe unități de hard-disc moderne. Așa cum sugerează și numele, tehnologia S.M.A.R.T. cere unității de disc să-și monitorizeze propria stare. Aceasta analizează funcționarea unității și raportează PC-ului atunci când unitatea începe să se comporte ca și cum ar fi cu un picior în groapă. Tehnologia S.M.A.R.T. nu extinde durata de viață a unei unități de disc și nu vă protejează automat împotriva dezastrelor. Este doar un sistem de avertizare timpurie – și chiar unul destul de limitat. Tehnologia S.M.A.R.T. nu detectează toate defectele, ci doar unele dintre acestea, dar, din fericire, pe cele care formează majoritatea. Așa cum o barcă de salvare nu vă poate garanta supraviețuirea, tehnologia S.M.A.R.T. nu face decât să vă ofere o șansă în plus, reducând probabilitatea pierderii unor informații vitale.

Discurile se defectează în mai multe moduri. Unele defectări sunt imprevizibile și, de obicei, catastrofale. Altele implică degradarea treptată a unuia sau a mai multor parametri de funcționare ai unității. Unitatea poate să monitorizeze acești parametri și, atunci când detectează modificarea unui parametru, poate să lanseze un avertisment.

Diferitele standarde S.M.A.R.T. guvernează modul în care posibilitățile de defectare sunt raportate către PC și răspunsul la aceste avertismente, dar nu și condițiile din interiorul unității care determină lansarea avertismentului. Fiecare producător de discuri stabilește ce parametri să monitorizeze și cum să interpreteze schimbările care apar în unitate. În general, există mai mulți parametri care pot să indice eventuala defectare a hard-discului. Printre aceștia se numără:

- **Înălțimea la care se deplasează capetele de citire/scriere.** Descreșterea înălțimii de deplasare poate duce la o cădere a capetelor pe suprafața discului.
- **Productivitatea unității.** Productivitatea scade pe măsură ce apariția erorilor obligă unitatea să reia operațiile de citire sau scriere, ceea ce indică scăderea fiabilității.
- **Timpul necesar unității pentru a ajunge la viteza de rotație nominală.** Un timp mai mare de accelerare poate indica uzura, degradarea lubrifianților sau degradarea unor componente electronice, care pot duce la defectarea unității.
- **Sectoare care sunt relocalizate automat.** Cele mai multe unități mută automat și invizibil datele în sectoare sigure. Un număr mare de sectoare mutate într-o perioadă scurtă de timp indică o unitate pe cale de a se defecta.
- **Numărul de erori apărute la căutarea datelor.** Erorile de citire indică viitoare defectări ale mediului, capetelor sau componentelor electronice ale unității.
- **Viteza cu care unitatea de disc are acces la date.** Dacă unitatea întâlnește erori și trebuie să facă mai multe încercări pentru citirea datelor, timpul de căutare crește.
- **Numărul de încercări necesare pentru citirea datelor**. Creșterea numărului de erori întâlnite prevestește defectarea unității.
- **Numărul de recalibrări ale unității.** Unitățile se recalibrează periodic pentru optimizarea funcționării. O unitate care trebuie să facă repetat încercări de recalibrare suferă degradări care pot duce la defectare.

## Istoric

Tehnologia S.M.A.R.T. reprezintă o combinație între două sisteme de predicție a erorilor, dezvoltate independent. La începutul anilor ’90, IBM a pus la punct o tehnologie numită

Predictive Failure Analysis (PFA), care monitorizează câteva atribute ale hard-discurilor, cum ar fi înălțimea de deplasare a capetelor de citire/scriere, pentru anticiparea defectărilor. Ulterior, Compaq, în colaborare cu producătorii de discuri Conner, Quantum și Seagate, a pus la punct un sistem propriu de predicție a defectărilor, numit IntelliSafe. Pe 12 mai 1998, Compaq a făcut publică această tehnologie, prin specificațiile SFF-8035 ale asociației Small Form Factor Committee. Primii cinci producători de discuri americani și-au unit eforturile pentru dezvoltarea tehnologiei S.M.A.R.T., combinând sistemele IntelliSafe și PFA cu o serie de idei originale.

### Standarde

S.M.A.R.T. nu reprezintă un singur standard. Cele două interfețe majore pentru unitățile de disc, ATA și SCSI, folosesc sisteme diferite de semnale, cu propriile cerințe de raportare prin sistemul de conectare. Ca urmare, tehnologia S.M.A.R.T. operează diferit sub cele două standarde, deși un anumit mecanism de unitate va monitoriza aceleași condiții, indiferent de interfață. Numai modalitățile de raportare se schimbă.

Specificațiile SFF-8035 ale asociației Small Form Factor Committee încă guvernează tehnologia S.M.A.R.T. în mediile ATA. În mediile SCSI, standardul echivalent este documentul X3T10/94-190 al asociației ANSI-SCSI Informational Exception Control (IEC).

## Garanția

În loc să credeți producătorul pe cuvânt, este mai bine să vedeți cum își susține acesta declarațiile. Adică să verificați garanția. Hard-discurile pot fi garantate de producător sau de furnizor. Probabil este mai bine să vă bazați pe garanția furnizorului, așa că acesta ar trebui să fie aspectul care vă interesează în primul rând.

Un aspect ușor de măsurat este durata garanției. Pentru un hard-disc, garanția ar trebui să dureze cel puțin 90 de zile. Veți vedea că produsele mai bune – și furnizorii mai buni – oferă garanții de ordinul anilor.

Modul de onorare a garanției este important. Deoarece nu aveți nici un control asupra a ceea ce se întâmplă atunci când unitatea este returnată în vederea reparării, ar trebui să preferați garanția care vă asigură înlocuirea unității defecte (cel puțin dacă produsul se defectează în primele săptămâni) în loc să riscați să primiți înapoi vechiul disc ca pe o bombă cu ceas, așteptând să explodeze a doua zi după ce garanția expiră.

Garanțiile producătorului sunt mai înșelătoare. În general, garanția începe din momentul în care produsul este vândut către furnizor, nu către dumneavoastră, așa că s-ar putea să expire mai repede decât vă așteptați. Mai mult, s-ar putea ca producătorul să nu recunoască garanția, dacă nu ați cumpărat hard-discul de la un furnizor autorizat. Ca urmare, este important să clarificați dacă obțineți garanție din partea producătorului atunci când cumpărați o unitate.

Producătorii de unități au posibilitățile necesare pentru repararea discurilor, precum și o reputație de menținut, așa că nu trebuie să vă faceți probleme dacă unitatea este reparată sau înlocuită.

## Asigurarea asistenței tehnice

Desigur, garanția nu vă folosește la nimic dacă unitatea funcționează în altă parte, dar nu și în PC-ul dumneavoastră. În funcție de producătorul hard-discului, puteți avea mai multe posibilități de a obține sprijin pentru rezolvarea acestor probleme. În cele mai

multe cazuri, primul loc în care puteți cere asistență tehnică este furnizorul de la care ați cumpărat unitatea. Este bine să aflați ce oferă furnizorul.

Înainte de a cumpăra unitatea de disc, întrebați vânzătorul care este politica de asistență a companiei. Verificați dacă furnizorul are măcar un număr de telefon pentru asistență tehnică. Deoarece probabil veți instala unitatea de disc seara, verificați dacă asistența tehnică este asigurată la orice oră. De asemenea, verificați dacă linia telefonică pentru asistență tehnică este gratuită și dacă este deservită de un număr suficient de persoane ca să primiți imediat răspuns la întrebări, indiferent de ora la care sunați. Probabil nu doriți să așteptați – poate la nesfârșit – să vă sune cineva.

Unii furnizori se bazează numai pe asistența tehnică oferită de producător. Asistența tehnică oferită de producători poate fi foarte variată. Unii nici nu vorbesc cu dumneavoastră. Nu tratează decât cu furnizorii, nu cu utilizatorii finali ai produselor. Alții vă recomandă să discutați mai întâi cu furnizorul, dar vă ajută la nevoie. Unii au linii de asistență tehnică pentru consumatori, iar câteva dintre acestea sunt chiar gratuite.

# Capitolul 11
# Dischetele

*Discheta este principalul mediu pentru schimburile de informații și cel mai popular sistem pentru salvările de siguranță. Cu excepția câtorva tipuri de calculatoare portabile, toate PC-urile sunt livrate cu cel puțin o unitate de dischetă ca echipament standard. Deși unitățile de dischetă sunt disponibile în diferite dimensiuni și capacități (discurile măsoară de la 2,5 la 8 inci în diametru și pot stoca de la 160 KB la 120 MB fiecare), toate funcționează după aceleași principii.*

Dischetele sunt omniprezente, dar nu și unice. Acest capitol prezintă câteva variante, printre care:

| *Standard* | *Capacitate* | *Pe scurt* |
|---|---|---|
| 8 inci | 1 MB | Dischetele originale folosite în calculatoarele de dimensiuni mici, înainte de a fi inventate calculatoarele personale. În prezent dispărute. |
| 5,25 inci | 1,2 MB | Primele dischete folosite pentru PC-uri și, pentru o perioadă, standardul dominant. Unii încă le folosesc, așa cum alții își pregătesc sushi la grătar. (De ce-și mai bat capul?) |
| 3,5 inci | 1,44 MB sau 2,88 MB | În prezent, dischetele standard, atât pentru PC-urile desktop, cât și pentru sistemele notebook. Versiunea cu capacitate mai mare (2,88 MB) a avut același succes pe piață ca și mașinile sport de unică folosință. |
| LS-120 | 120 MB | Un sistem de dischete îmbunătățit, bazat pe un standard deschis, având posibilitatea să scrie sau să citească și dischete de 3,5 inci obișnuite. |
| Zip | 100 MB sau 200 MB | Un sistem de dischete brevetat, cu capacitate de 100 sau 200 MB, folosit pe scară largă pentru transferarea fișierelor mari. |
| HiFD | 200 MB | Un sistem de dischete brevetat, care încearcă să standardizeze capacitatea de 200 MB pe dischete de 3,5 inci. |

De la inițializarea primului PC, dischetele au fost o binecuvântare și un blestem în același timp, subiect al vechiului proverb rezervat de obicei pentru copii, consoarte și guverne – „Nu poți trăi nici cu ele, dar nici fără ele!“

Nu puteți trăi fără dischete, deoarece acestea reprezintă pentru PC-uri singurul mediu universal pentru schimburile de informații, stocarea datelor și arhivarea fișierelor. Reprezintă un mijloc de stocare comod – puteți purta o jumătate de duzină de dischete în buzunarul de la cămașă – și ușor de folosit. Introduceți o dischetă într-o fantă și aveți la dispoziție un megaoctet suplimentar. Apăsați un buton, scoateți discheta și sistemul este pregătit să primească un alt megaoctet. Nici un alt mediu nu este atât de simplu și de răspândit. Cartușele de bandă sunt disponibile în zeci de formate; cartușele de discuri au nevoie de drivere software și de propriile produse de întreținere; CD-urile implică

aceleași complicații, iar înregistrarea acestora este scumpă, dat fiind faptul că o unitate CD care permite înregistrarea costă la fel de mult cât un PC.

În ciuda avantajelor pe care le oferă dischetele, cei mai mulți utilizatori au o viață grea, din cauza factorului de frustrare implicat de acestea. În mod tradițional, dischetele sunt lente și au o capacitate mică. Indiferent de capacitatea unei dischete, aceasta va fi întotdeauna cu câțiva kiloocteți mai mică decât aveți nevoie. În plus, există o mulțime de probleme legate de dischete. Diferențele magnetice subtile dintre dischete nu devin evidente decât la câteva luni după ce ați stocat pe dischete unele date importante și acestea nu mai pot fi citite. O mulțime de standarde înseamnă că trebuie să aveți mare grijă la corespondența dintre dischete și unități, dintre unități și controllere și dintre toate acestea și DOS. Se pare că niciodată nu aveți unitatea potrivită pentru dischetele din cutia cu produse software – sau destul spațiu pentru toate tipurile de unități pentru diferitele standarde apărute. Dischetele sunt precum taxele – toată lumea le suportă, deși nu plac nimănui.

## Elemente de bază

Discheta în sine este doar o parte a unui sistem. Așa cum un cui este inutil în abstract (fără ciocanul care îl bate și mâna care ține ciocanul), la fel de lipsită de valoare este și o dischetă fără celelalte părți ale sistemului. Sistemul include dischetele propriu-zise, reprezentând mediul de stocare, mecanismul unității de dischetă, controllerul unității de dischetă și componentele software ale sistemului de operare. Toate cele patru elemente sunt esențiale pentru operarea corespunzătoare (și cu un rezultat util) a întregului sistem.

Discheta asigură mediul de înregistrare, cu câteva calități. Suprafața plană a dischetei permite accesul aproximativ aleatoriu. Ca și în cazul hard-discurilor, datele sunt aranjate pe piste și sectoare. Mișcarea de rotație a discului face ca sectoarele să treacă pe sub un cap de citire/scriere, care se deplasează radial pe disc, formând pistele. Mai important, discheta este un mediu amovibil. Puteți să schimbați zeci de dischete în unități ca să extindeți capacitatea de stocare a calculatorului. Discheta aflată în unitate reprezintă spațiu de stocare cu acces direct (online). În afara acesteia (offline), puteți păstra oricât de multe dischete doriți.

Termenul „dischetă“ (floppy disk – disc flexibil) este unul dintre acei termeni uimitor de descriptivi într-o eră a generalizărilor. În interiorul carcasei protectoare, mediul folosit este flexibil și are forma unui disc. Discurile sunt tăiate din role mari de material magnetic, așa cum sunt tăiate prăjiturile din aluat.

Rolele de material magnetic arată precum o imensă bandă audio sau video, și aceasta nu este o coincidență. Compoziția este aceeași cu a benzilor magnetice – un substrat de poliester pe care este lipit un strat de oxid magnetic. Totuși, spre deosebire de benzi, dischetele sunt acoperite cu material magnetic pe ambele fețe. De asemenea, substratul este mai gros decât în cazul benzilor, având cam trei miimi de inci în comparație cu mai puțin de o miime de inci. În definitiv, dacă dischetele flexibile ar fi mai subțiri, ar fi prea flexibile.

Pentru a fi protejate, dischetele sunt închise într-un plic sau o carcasă. Primele dischete erau protejate de un plic fabricat tot dintr-un material flexibil, dar mai gros (Mylar). În prezent, dischetele sunt închise într-o carcasă dură, rigidă. Discul din interior, reprezentând mediul de stocare, este în continuare flexibil, așa că numele de dischetă flexibilă rămâne valabil – singurul nume corect într-un domeniu în care discurile fixe se rotesc și memoria cu acces numai pentru citire poate fi scrisă.

Dischetele au trecut prin mai multe forme. De-a lungul anilor, dischetele au adoptat diferite dimensiuni, densități de stocare, formate și tehnologii de înregistrare. De la mediile pur magnetice tradiționale s-a trecut la o îmbunătățire prin mijloace optice, pentru a stoca o cantitate cât mai mare de date pe o suprafață cât mai mică de oxid magnetic. De la o valoare inițială de 160 KB, capacitatea dischetelor a crescut de aproape o mie de ori, ajungând la 120 MB, în timp ce spațiul fizic de stocare s-a redus la jumătate. Deși unii susțin că tehnologia dischetelor nu a ținut pasul cu puterea de prelucrare și capacitatea de stocare a hard-discurilor, toate s-au dezvoltat cu aproximativ aceeași viteză, îmbunătățindu-se cam de o mie de ori față de începuturi. De asemenea, toate seamănă la fel de puțin cu primele modele cum semănăm noi cu „supa primordială“ din care ne tragem.

# Istoric

Conceptul de disc flexibil a apărut cu mult înaintea PC-urilor. Atunci când au apărut primele dischete, calculatoarele personale nu existau încă și nimeni nu părea a avea nevoie de un mijloc pentru schimburile de date. În general, IBM este considerat a fi creatorul dischetei, dar modelele create de IBM nici nu semănau cu dischetele actuale, nici nu funcționau ca acestea. Cea mai evidentă diferență dintre primele dischete și cele actuale este dimensiunea, primele modele având un diametru de 8 inci și fiind închise în plicuri din Mylar doar cu puțin mai mari (asemănătoare cu cele ale dischetelor actuale de 5,25 inci). În loc să fie un mediu pentru scriere și citire, primele dischete funcționau mai degrabă ca un CD-ROM, un disc numai pentru citire, folosit pentru distribuirea informațiilor. IBM folosea aceste dischete pentru stocarea programelor de diagnosticare și a microcodului pentru sistemele mari de calcul, în locul benzilor magnetice (prea incomode și cu capacități prea mari pentru unele aplicații) sau al cipurilor de memorie (prea scumpe). Pe aceste dischete se puteau stoca aproximativ 100 KB de date și cod, înregistrate cu densitate simplă, pe o singură parte a mediului. În 1973, discheta de 8 inci a fost adaptată ca mediu de scriere/citire, potrivită atât pentru aplicațiile originale cât și pentru sistemele de introducere a datelor, precum programul de prelucrare a textelor IBM DisplayWriter.

Dischetele de 8 inci aveau o serie de caracteristici care le făceau un mediu potrivit de stocare pentru datele din calculatoare. Dischetele erau compacte (cel puțin în comparație cu teancurile de hârtie necesare pentru stocarea aceleiași cantități de informație), convenabile și standardizate. Mai important decât atât, dischetele erau ieftine și destul de fiabile ca să vă bazați pe ele pentru stocarea datelor. Din punctul de vedere al pasionaților, posibilitatea de acces aleatoriu la datele de pe dischetă permitea creșterea performanțelor, cel puțin în comparație cu singura soluție accesibilă, caseta magnetică.

În 1976, Shugart Associates a lansat discheta de 5,25 inci, un produs apărut la momentul potrivit pentru primul PC comercial, lansat aproximativ în același timp. (Atât Apple Computer cât și Microsoft Corporation au fost fondate în 1976; deși Microsoft, aflată la începuturi, a oferit ca prim produs un interpretor BASIC, primul sistem de operare pentru dischete nu a apărut decât în 1981.) Deoarece acestea erau mai mici decât modelele mai vechi de 8 inci, unii au inventat numele dischete (diskette). Acest nume s-a răspândit ulterior și pentru modele de dimensiuni mai mici.

În 1980, Sony Corporation a lansat discheta de 3,5 inci, construită din punct de vedere mecanic la fel ca dischetele actuale. Primirea de care s-a bucurat aceasta a fost cel mult călduță. Dischetele de 5,25 erau standardul de stocare intangibil. Totuși, dischetele mai mici au pătruns puternic pe piață în 1984, când firma Apple le-a adoptat pentru primele

calculatoare Macintosh. În domeniul PC-urilor, dischetele de 3,5 au rămas aproape nefolosite până în 1986, când primele calculatoare notebook au avut nevoie de un sistem de stocare mai compact. Locul pe piață a fost asigurat în momentul în care IBM și restul industriei calculatoarelor au trecut la noul format de dischetă.

Producătorii de calculatoare au experimentat tot felul de formate pentru dischete, inclusiv modelele de 2,5 inci lansate de Zenith Data Systems pentru primele PC-uri sub-notebook. Totuși, nici unul dintre aceste formate nu a supraviețuit, deși în 1996 Iomega Corporation studia o nouă tehnologie pentru dischete de 2 inci cu o capacitate de aproximativ 20 MB.

Pe măsură ce cerințele de stocare a datelor au crescut, producătorii de medii și de unități au făcut mai multe încercări de creare a unor dischete cu capacități mai mari. Dischetele de 3,5 inci cu densitate foarte mare (extra-high density), care au dublat capacitatea tradițională, ajungând la 2,88 MB, sunt încă disponibile, deși sunt foarte puțin folosite. În 1988, unitățile de dischetă floptice au crescut capacitatea discurilor la 20 MB, dar nu au reușit să câștige decât un sector foarte mic de piață.

În 1996, pe piața calculatoarelor personale au fost lansate două sisteme de dischete cu capacități de peste 100 MB. Iomega Corporation, unul dintre producătorii sistemelor floptice, a pus la punct un sistem brevetat, numit Zip, cu o capacitate țintă de exact 100 MB. La puțin timp după aceasta, un consorțiu industrial a lansat sistemul LS-120 sau *SuperDisk*, cu o capacitate puțin mai mare, dar compatibil cu dischetele de 1,44 MB. În 1998, alți producători au lansat două noi sisteme de dischete cu capacitate mai mare. Caleb Technology a prezentat un sistem de 144 MB, iar Fuji și Sony au prezentat un sistem de 200 MB, ambele compatibile cu mediile de 1,44 MB. În plus, Iomega a ridicat capacitatea sistemului Zip la 250 MB.

# Mediile

Mediul de stocare tradițional pentru dischete este discul subțire, flexibil, închis într-o carcasă protectoare. Discul este de fapt un sandviș format din trei straturi, partea din mijloc fiind un substrat de poliester cu grosimea de aproximativ 3,15 miimi de inci, respectiv 80 de microni. Straturile exterioare reprezintă mediul de stocare propriu-zis, având o grosime de o miime de inci pe fiecare parte a substratului.

Aproape toate dischetele folosesc același substrat. O excepție este sistemul cu tehnologie avansată LS-120, care folosește un substrat mai subțire (2,5 miimi de inci), decupat dintr-un plastic diferit, polietilen-teratalat (polyethylene terathalate – PET). Acest substrat este mai flexibil decât poliesterul tradițional, ceea ce permite mediului LS-120 să se îndoaie în jurul capului de citire/scriere pentru realizarea unui contact mai bun.

Mediul dischetelor are inițial forma unei role de substrat, pe care se depune stratul magnetic într-un proces continuu, la viteză foarte mare. Discurile individuale sunt tăiate din rola de material, ca niște prăjiturele. După alte prelucrări mecanice (de exemplu, în mijlocul discurilor de 3,5 inci se montează un butuc metalic), o altă mașină introduce discurile în plicurile sau carcasele protectoare.

## Suprafețele și straturile de acoperire

Indiferent de tipul substratului, ambele părți ale acestuia sunt acoperite cu un strat de oxid magnetic și adeziv. Chiar și dischetele cu o singură față sunt acoperite cu strat magnetic pe ambele fețe.

Deși toate dischetele tradiționale au straturi de oxid pe ambele fețe, producătorii oferă uneori *dischete cu o singură față*. Aceasta nu înseamnă că substratul nu este acoperit cu stratul magnetic pe ambele părți (deoarece discul s-ar putea îndoi din cauza modificărilor de căldură sau de umiditate), ci că producătorul nu a testat decât o singură față a discului, certificând stocarea fără erori a datelor numai pe această față. Prin convenție, în cazul unităților de dischetă cu o singură față, este folosită numai suprafața de jos a discului.

Testarea dischetei este una dintre cele mai costisitoare părți ale procesului de fabricație. Testarea ambelor părți ale discului înseamnă mai mult timp și, inevitabil, mai multe rebuturi. Două părți înseamnă mai mult spațiu în care pot apărea erori. Atât dischetele cu o singură față, cât și cele cu două fețe pot fi fabricate din același lot de material magnetic.

În trecut, unii utilizatori reduceau prețul plătit pentru dischete, înlocuind testarea efectuată în mod obișnuit de producător cu testarea proprie (în timpul procesului de formatare). Aceștia cumpărau dischete cu o singură față și încercau să le formateze pe ambele fețe. Orice disc formatat cu succes însemna un spațiu de stocare suplimentar. Ceea ce obțineau de fapt aceștia era reducerea costurilor de testare prin consumarea timpului propriu. La costurile actuale, această afacere nu mai este foarte profitabilă. Dacă o dischetă cu față dublă costă aproximativ 25 de cenți, dischetele cu o singură față ar trebui să fie foarte ieftine (presupunând că mai pot fi găsite) pentru ca procedura descrisă mai sus să fie rentabilă.

## Proprietățile magnetice

Grosimea stratului magnetic de pe substratul discului depinde de tipul dischetei și de densitatea de stocare. Pentru tipurile de dischete uzuale stratul magnetic măsoară de la 0,035 miimi de inci la 0,1 miimi de inci (adică de la 0,9 la 2,5 microni). În general, cu cât este mai mare densitatea de stocare, cu atât este mai subțire stratul magnetic. De asemenea, particulele individuale sunt mai mici. Tabelul 11.1 prezintă grosimea straturilor magnetice pentru tipurile uzuale de dischete.

Deși toate dischetele obișnuite folosesc ca mediu magnetic oxidul feric, proiectanții au creat particule magnetice în conformitate cu densitatea de stocare la care sunt folosite dischetele. Mediile magnetice cu densități de stocare mai mari au coercitivități mai mari, așa cum se poate vedea în Tabelul 11.1.

**Tabelul 11.1** Caracteristicile mediilor magnetice folosite pentru dischete

| *Tipul dischetei* | *Grosimea stratului magnetic* | *Coercitivitate* |
|---|---|---|
| 5,25 inci densitate dublă | 2,5 microni | 290 de oerstezi |
| 5,25 inci densitate mare | 1,3 microni | 660 de oerstezi |
| 3,5 inci densitate dublă | 1,9 microni | 650 de oerstezi |
| 3,5 inci densitate mare | 0,9 microni | 720 de oerstezi |

În ciuda numelor folosite de diferitele tipuri de dischete, toate unitățile de dischetă folosesc înregistrarea MFM (Modified Frequency Modulation), care are ca rezultat înregistrarea cu dublă densitate. Cu alte cuvinte, atât dischetele cu densitate normală, cât și dischetele cu densitate mare folosesc densitatea dublă, deși mulți producători rezervă termenul „densitate dublă“ („double-density“) pentru dischetele de 5,25 inci cu capacitate mai mică. Unele calculatoare folosesc dischete cu *densitate cvadruplă* (quad-density), cu capacități

cuprinse între cele ale dischetelor cu densitate normală și cele ale dischetelor cu densitate mare (720 KB pe o dischetă de 5,25 inci), dar acest format nu a fost acceptat niciodată pe scară largă.

Discurile cu densitate foarte mare (extra-high density), adică dischetele de 2,88 MB, folosesc o nouă tehnologie, numită *înregistrare perpendiculară*. Pe dischetele convenționale, particulele magnetice sunt aranjate orizontal pe substrat, iar în timpul procesului de înregistrare acestea sunt aliniate de-a lungul razelor discului. Particulele magnetice folosite în înregistrarea perpendiculară sunt aranjate vertical pe substrat, astfel încât un capăt al particulelor este orientat către substrat. Un cap de citire/scriere special din unitatea de disc schimbă orientarea verticală a câmpului magnetic al particulelor din mediu. În plus, discurile cu densitate foarte mare folosesc un mediu de înregistrare cu coercitivitate foarte mare, bazate pe bariu-ferită.

Nu există nici o diferență vizibilă între mediile cu coercitivități și densități de stocare diferite. Stratul de acoperire arată exact la fel pentru toate. În ciuda asemănării vizuale a diferitelor tipuri de discuri, cele două medii folosite pentru dischetele de 5,25 inci au coercitivități foarte diferite; și coercitivitatea dischetelor de 3,5 inci diferă, dar într-o măsură mai mică. Atunci când formatați o dischetă, unitatea de dischetă ține cont de capacitatea selectată pentru a se adapta la coercitivitatea mediului magnetic folosit de disc. Unitatea de dischetă nu se poate regla de la sine. Numai pe baza mediului magnetic, unitatea de dischetă nu poate determina caracteristicile discului folosit.

Deși carcasele dischetelor mai noi, cum ar fi cele de 3,5 inci, includ unele modalități fizice de codare a densității de stocare, dischetele de 5,25 inci nu fac asemenea diferențieri. Ca urmare, puteți să introduceți o dischetă de 5,25 inci cu densitate dublă într-o unitate cu densitate mare și să o formatați ca dischetă cu densitate mare. Deși uneori vor fi semnalate foarte multe erori, multe dischete cu densitate dublă pot fi formatate cu densitate mare. Totuși, în timp, diferența de coercitivitate își arată efectele. Pe măsură ce îmbătrânesc, pe dischetele formatate cu densitate mai mare apar mai multe erori de citire decât pe dischetele formatate cu densitate nominală. Dischetele formatate necorespunzător pot pierde datele în câteva luni.

## Dischetele

Pentru PC-uri, au fost folosite în principal două tipuri de dischete. Înainte ca dischetele actuale de 3,5 inci să fie acceptate ca standard, piața a fost dominată de dischetele de 5,25 inci. Noile PC-uri sunt echipate aproape în exclusivitate cu unități de dischetă de 3,5 inci. Dischetele mai mari au supraviețuit numai în arhive, pentru fișierele și programele mai vechi care sunt citite doar ocazional.

Deși cele două tipuri de dischete folosesc tehnologii aproape identice, construcția mecanică și formatul logic sunt complet diferite. Desigur, sunt necesare unități de dischetă diferite, deși unitățile combinate – în esență, două unități de dischetă instalate în același compartiment și având același panou frontal – au fost destul de des întâlnite într-o perioadă, ușurând trecerea de la un tip la altul pentru utilizatorii care s-au atașat de dischetele mai vechi.

Microsoft a asigurat suportul pentru nouă formate destinate dischetelor. Pe măsură ce fiecare dintre aceste formate a fost lansat, Microsoft a modificat corespunzător sistemul de operare DOS. Deși versiunile DOS mai vechi nu pot manipula dischetele create pentru versiunile mai noi, toate versiunile mai noi sunt compatibile cu formatele mai vechi. Ultima versiune DOS, care de fapt face parte din sistemele de operare Windows 95/98, recunoaște toate cele nouă formate de dischete. Tabelul 11.2 prezintă formatele convenționale de dischete și versiunea DOS corespunzătoare fiecărui format.

**Tabelul 11.2** Formatele convenționale pentru dischete

| *Diametru (inci)* | *Densitate sau format* | *Sectoare pe pistă* | *Piste pe față* | *Fețe* | *Capacitate (octeți)* | *Versiunea DOS cerută* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5,25 | Dublă | 8 | 40 | 1 | 163.840 | 1.0 |
| 5,25 | Dublă | 9 | 40 | 1 | 184.320 | 2.0 |
| 5,25 | Dublă | 8 | 40 | 2 | 327.680 | 1.1 |
| 5,25 | Dublă | 9 | 40 | 2 | 368.640 | 2.0 |
| 5,25 | Mare | 15 | 80 | 2 | 1.228.800 | 3.0 |
| 3,5 | Dublă | 9 | 80 | 2 | 737.280 | 3.2 |
| 3,5 | Mare | 18 | 80 | 2 | 1.474.560 | 3.3 |
| 3,5 | Foarte mare | 18 | 160 | 2 | 2.949.120 | 5.0 |
| 3,5 | DMF | 21 | 80 | 2 | 1.720.320 | 3.3 |

Pentru creșterea cantității de informații stocate pe fiecare dischetă și reducerea numărului de dischete folosite pentru distribuirea aplicațiilor, mulți furnizori de software au început să folosească formatul DMF (*Distribution Media Format*) al firmei Microsoft. Această variantă a modelului de înregistrare cu densitate mare (high-density) permite stocarea a 1.720.320 de octeți pe o dischetă standard de 3,5 inci cu densitate mare, în loc de 1.474.560 de octeți (nominal 1,44 MB). Formatul DMF este diferit față de standardul DOS prin faptul că folosește 21 de sectoare pe pistă, în loc de 18. Formatul DMF face să încapă mai multe sectoare pe fiecare pistă, prin reducerea intervalului dintre sectoare la nouă octeți.

Totuși, diferențele sunt mai profunde. Fiecare pistă folosește un factor de intercalare de 2:1, astfel încât sectoarele nu sunt stocate în ordinea normală. Această intercalare are ca rezultat citirea mai lentă, deoarece discul trebuie să se rotească de două ori pentru citirea fiecărei piste. De asemenea, formatul DMF deplasează sectoarele de pe pistele adiacente cu trei sectoare, astfel încât sectorul patru de pe pista unu este aliniat cu sectorul unu de pe pista doi.

Intervalul mai mic dintre sectoare face dificilă scrierea dischetelor DMF în unitățile de dischetă obișnuite. De fapt, Microsoft consideră DMF un format numai pentru citire. Oricum, nu puteți scrie pe discurile DMF folosind componentele software obișnuite. Totuși, există o serie de utilitare disponibile pentru copierea și chiar pentru crearea dischetelor DMF. Rețineți că Microsoft a forțat o limită de 16 intrări în directorul rădăcină a dischetelor DMF, prin alocarea unui singur cluster, așa că dischetele DMF folosesc, de obicei, o structură de subdirectoare pentru conținut.

Cu componentele proprii, sistemul de operare DOS nu poate citi dischetele DMF. Ca urmare, formatul DMF este folosit numai atunci când sunt necesare mai multe dischete pentru instalarea unui produs. Prima dischetă din pachetul de instalare – numită de obicei *dischetă de instalare* – încarcă programul care reprogramează controllerul de dischetă pentru citirea formatului DMF.

IBM a dezvoltat propriul format cu capacitate sporită pentru distribuirea programelor OS/2, numit XDF. Deși formatul XDF folosește multe dintre principiile de creștere a capacității ale formatului DMF, cele două formate sunt diferite și incompatibile. Ca și în

cazul dischetelor DMF, programul de instalare care folosește dischete XDF reprogramează controllerul de dischetă pentru citirea acestui format.

## Dischetele de 3,5 inci

Pentru dezvoltarea dischetei de 3,5 inci, Sony Corporation a preluat un mecanism de stocare cu calități dovedite și l-a înzestrat cu câteva îmbunătățiri care l-au făcut mai convenabil și mai rezistent. Cea mai evidentă schimbare a fost, desigur, dimensiunea. Pe măsură ce au devenit disponibile noi medii magnetice, Sony le-a folosit pentru diferite produse de stocare, cum ar fi benzile audio și video. Folosirea unui material magnetic mai avansat decât cel al dischetelor convenționale a permis menținerea capacității de stocare a dischetelor de 5,25 inci, reducând la un sfert spațiul folosit de stocare a datelor (aceasta însemnând mărirea de patru ori a densității de suprafață). Primele dischete de 3,5 inci cu o singură față – folosite pentru calculatoarele Macintosh, dar nu și pentru PC-uri – aveau o capacitate de 360 KB, aceeași cu a dischetelor de 5,25 inci cu două fețe. Primele PC-uri notebook foloseau dischete de 3,5 inci cu dublă densitate și două fețe, cu o capacitate de 720 KB. În momentul adoptării dischetelor de 3,5 inci ca standard pentru calculatoarele desktop, au fost folosite numai dischetele cu densitate mare, cu o capacitate de 1,44 MB.

### Carcasa

Principalele îmbunătățiri aduse de Sony dischetelor de 3,5 inci au fost mecanice. Din punct de vedere magnetic și logic, acestea funcționează la fel cu discurile flexibile de 8 inci. Unitățile au același mod de operare, dar sunt miniaturizate pentru PC-urile moderne.

Cea mai remarcabilă inovație adusă de Sony dischetelor de 3,5 inci a fost carcasa dură din plastic rezistent la impact. Inițial disponibile numai în albastru, culoarea oceanelor din vis, carcasele protejau mediul magnetic din interior de pericolele din lumea exterioară, indiferent dacă acestea erau dinții copiilor sau neglijența. Carcasa dură vă permite să lipiți pe dischetă o etichetă, pe care puteți să scrieți informații de identificare, chiar și cu un pix. Plicul de plastic flexibil al modelelor anterioare de dischete nu putea proteja mediul magnetic împotriva apăsării exercitate de vârful unui pix, așa că scrierea unei etichete lipite pe o dischetă putea duce la deteriorarea mediului magnetic și la imposibilitatea de a citi informațiile. Figura 11.1 prezintă carcasa unei dischete de 3,5 inci și caracteristicile externe ale acesteia.

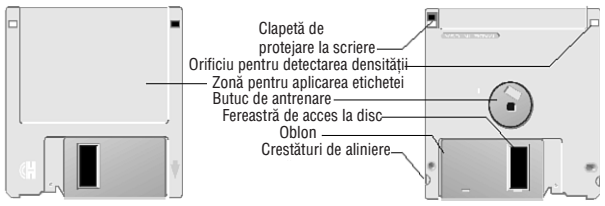



**FIGURA 11.1**
*Organizarea externă a unei dischete de 3,5 inci.*

Carcasa dischetei de 3,5 inci măsoară 3,7 inci (94 de milimetri) în lungime și doar puțin peste 3,5 inci (90 de milimetri) în lățime. Discurile au o grosime cu puțin mai mare de o optime de inci (3,3 milimetri) și o greutate aproximativă de 22 grame. În ciuda numelui, discul magnetic din interior nu măsoară decât 3,4 inci (86 milimetri, nominal) în diametru.

Spre deosebire de discurile mai mari, care au o fereastră mare pentru accesul capetelor de citire/scriere, lăsând discul vulnerabil la praf, mizerie și amprente, dischetele de 3,5 inci sunt prevăzute cu un *oblon* metalic acționat de un arc. Acest oblon se deschide automat atunci când introduceți discheta în unitate și se închide când scoateți discheta. Oblonul protejează discul împotriva prafului și împiedică acumularea contaminanților pe suprafața mediului magnetic atunci când discul nu se află în unitate. Ca urmare,

dischetele de 3,5 inci sunt destul de bine protejate și nu au nevoie de un plic suplimentar sau de o altă apărătoare, necesară în cazul dischetelor mai vechi.

**Căptușeala**

În ciuda rolului protector al carcasei, mediul magnetic trebuie protejat de atingerea cu aceasta. O foaie subțire de material textil nețesut, asemănător cu prosoapele de hârtie, căptușește carcasa, protejând discul magnetic. Firele acestui material textil au rolul de suport și colectează praful. Contactul ușor cu stratul de căptușeală permite alunecarea mediului aproape fără frecare. În același timp, materialul textil adună praful și alte particule de pe suprafața mediului, astfel încât acestea să nu zgârâie capetele de citire/scriere ale unității de dischetă.

**Butucul discului**

În cazul dischetelor mai vechi, porțiunea cea mai predispusă la deteriorări era orificiul butucului. La fiecare introducere a dischetei în unitate, butucul unității intra în acest orificiu și antrena discul. Intrarea butucului în acest orificiu forța poziționarea corectă a întregului disc pentru citire și scriere. Uneori, butucul deteriora marginile orificiului. Dacă discul era deteriorat într-o măsură prea mare, putea deveni inutilizabil sau nesigur. Singura protecție pe care o ofereau dischetele mai vechi împotriva acestui tip de deteriorări era un inel opțional de întărire, pe care producătorii îl adăugau pe marginile orificiului de antrenare.

Dischetele de 3,5 inci elimină aceste probleme prin folosirea unui butuc metalic solid, cu un orificiu central pătrat de antrenare care se potrivește cu mecanismul unității de dischetă. Butucul de oțel este mai rezistent la deteriorări. Tăietura dreptunghiulară din butuc permite mecanismului unității să determine fără ambiguități alinierea radială a discului. Această tăietură servește ca referință mecanică pentru poziția datelor pe disc. Butucul metalic este lipit de discul magnetic.

**Cheia de inserare**

O dischetă de 3,5 inci are patru laturi și două fețe, adică opt moduri în care puteți încerca să o introduceți în unitatea de dischetă, dintre care unul singur este corect. Deși forma dreptunghiulară a carcasei nu vă permite introducerea laterală a dischetei, puteți să încercați introducerea acesteia cu partea din spate, sau răsturnată. Pentru a vă împiedica să deteriorați unitatea prin introducerea necorespunzătoare a dischetei, carcasa are o teșitură la unul dintre colțuri. O cheie din interiorul unității blochează acest colț dacă teșitura nu este prezentă, astfel încât nu puteți să introduceți discheta în unitate în orice poziție. Pe ultimii milimetri ai cursei pe care o parcurge discheta la pătrunderea în unitate, oblonul metalic se deschide și capetele de citire/scriere se poziționează pe disc. Colțul teșit nu permite capetelor de citire/scriere să atingă carcasa de protecție în loc să ajungă în zona de acces a discului.

Pe plasticul carcasei este gravată o mică săgeată, cu rolul de indicator vizual. Aceasta indică latura dischetei pe care trebuie să o introduceți în unitate, dacă oblonul metalic nu este suficient.

**Protejarea la scriere**

Discheta este proiectată în principal ca un mediu de citire/scriere, astfel încât puteți să o folosiți pentru stocarea informațiilor și pentru citirea ulterioară a acestora. Totuși, uneori doriți să protejați datele de pe dischete împotriva modificărilor. De exemplu, atunci când salvați pe dischete fișierele de arhivă. De asemenea, producătorii software preferă să protejeze la scriere dischetele de distribuție, astfel încât să împiedice ștergerea accidentală a codului, ceea ce ar cauza probleme birourilor de asistență tehnică.

Discheta de 3,5 include o *clapetă de protecție la scriere* care vă permite să transformați orice dischetă într-un mediu cu acces numai pentru citire. Modelul acestor dischete folosește un orificiu și o clapetă de plastic. Atunci când clapeta acoperă orificiul, puteți să scrieți, să citiți și să formatați discheta. Dacă mutați clapeta astfel încât orificiul să fie deschis, un dispozitiv din interiorul unității împiedică scrierea pe dischetă. Puteți să deplasați oricând clapeta înapoi, astfel încât discheta să poată fi folosită din nou pentru scriere.

Deseori, producătorii software elimină complet clapeta. În lipsa acesteia, orificiul nu mai poate fi acoperit și discheta este protejată permanent la scriere. Totuși, puteți să ocoliți această formă „permanentă" de protecție, blocând orificiul de protecție la scriere. Cea mai simplă metodă este acoperirea orificiului pe ambele părți cu o bandă opacă, făcând astfel discheta de distribuție accesibilă pentru scriere. Totuși, această metodă ascunde un pericol potențial. Dacă banda nu este bine lipită pe disc, se poate încurca în mecanismul unității de dischetă, cu posibilitatea de a împiedica scoaterea dischetei din unitate.

**Orificiul de determinare a densității**

Pentru ca unitatea de dischetă să poată determina tipul mediului magnetic folosit de dischetă, astfel încât circuitele electronice ale unității să fie ajustate în funcție de coercitivitatea discului, dischetele de 3,5 inci includ o *cheie de densitate*. Cheia este de fapt prezența sau absența unui orificiu într-un colț al carcasei. Dischetele cu densitate dublă nu au acest orificiu, care este prezent pe dischetele cu densitate mare. Dischetele cu densitate foarte mare au o crestătură suplimentară, indicând capacitatea de 2,88 MB. În plus, densitățile mai mari sunt marcate și prin alți identificatori vizuali – de exemplu, marcajul stilizat „HD", din apropierea oblonului metalic pe dischetele cu densitate mare.

Deseori, conexiunea dintre unitatea de dischetă și calculatorul gazdă nu retransmite corect informațiile legate de cheia de densitate către PC și sistemul de operare al acestuia. Dacă informațiile legate de cheia de densitate nu sunt disponibile, puteți să formatați o dischetă cu densitate dublă ca și cum ar avea densitate mare. Cu câtva timp în urmă, unii producători ofereau dischete pe care era marcată poziția orificiului de determinare a densității, astfel încât puteați să perforați carcasa și să formatați discheta cu densitate mare. Deși diferența de coercitivitate între dischetele cu densitate dublă și cele cu densitate mare este modestă, alte diferențe ale mediului fac ca dischetele cu densitate dublă să fie nefiabile la capacități mai mari. În plus, perforarea carcasei lasă deseori reziduuri sub forma unor mici particule de plastic care contaminează discul (în fabrică cheia de densitate este creată prin turnare, nu prin perforare). Acești agenți contaminanți pot reduce durata de viață a discului sau pot deteriora unitatea de dischetă. Costul scăzut al dischetelor actuale cu densitate mare face ca aceste operații neortodoxe să aibă o valoare îndoielnică.

**Formatul**

Pentru dischetele de 3,5 inci sunt folosite patru formate, dintre care trei sunt acceptate de PC-uri. (PC-urile nu acceptă dischetele de 3,5 inci cu o singură față.) Unitatea de dischetă și sistemul de operare se ajustează automat la formatul dischetelor pe care încercați să le citiți, cu condiția ca unitatea de dischetă să poată citi formatul respectiv. Toate unitățile cu capacități mai mari pot citi formate cu capacități mai mici. Tabelul 11.3 prezintă caracteristicile de bază ale celor patru formate pentru dischetele de 3,5 inci.

**Tabelul 11.3** Caracteristicile dischetelor de 3,5 inci

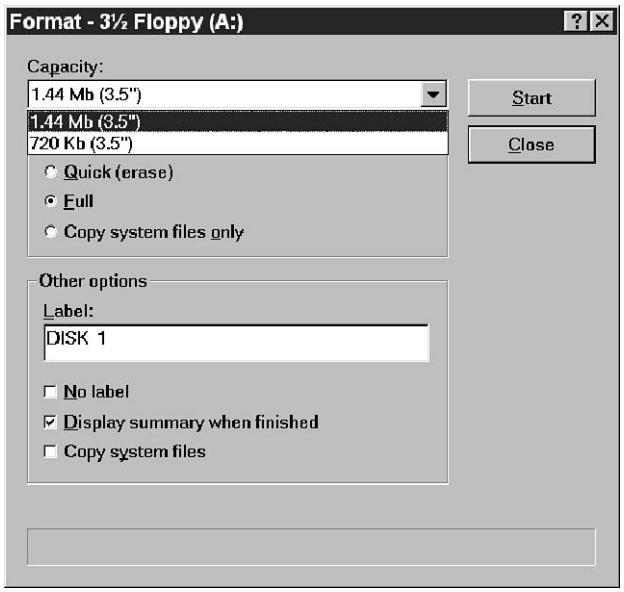
| *Capacitate* | *Unitate de măsură* | *360 KB* | *720 KB* | *1,44 MB* | *2,88 MB* |
|---|---|---|---|---|---|
| Fețe | Număr | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Piste | Număr | 80 | 80 | 80 | 80 |

| *Capacitate* | *Unitate de măsură* | *360 KB* | *720 KB* | *1,44 MB* | *2,88 MB* |
|---|---|---|---|---|---|
| Sectoare pe pistă | Număr | 9 | 9 | 18 | 36 |
| Dimensiunea sectoarelor | Biți | 512 | 512 | 512 | 512 |
| Viteza de rotație | RPM | 300 | 300 | 300 | 300 |
| Rata de transfer al datelor | Kbps | 250 | 250 | 500 | 1000 |
| Densitatea biților (max) | BPI | 8717 | 8717 | 17434 | 34868 |
| Densitatea pistelor | TPI | 135 | 135 | 135 | 135 |
| Coercitivitate | Oerstezi | 650 | 650 | 720 | 1200 |

Capacitatea unei dischete este stabilită în timpul formatării. Folosind opțiunile comenzii DOS FORMAT sau opțiunea Format din meniul Windows asociat unității de dischetă, puteți să selectați capacitatea dischetelor noi (sau a dischetelor pe care le reformatați ca să le schimbați capacitatea). Dischetele preformatate vă scutesc de operația de formatare, deși puteți oricând să reformatați o dischetă ca să îi schimbați capacitatea.

Pentru formatarea unei dischete sub Windows, executați clic cu butonul din dreapta pe pictograma unității de dischetă, apoi selectați opțiunea Format. Veți vedea un ecran asemănător celui din Figura 11.2.

**FIGURA 11.2**
*Ecranul cu opțiunile de formatare sub Windows 95.*




În funcție de capacitatea dischetei introduse în unitate și de cablarea PC-ului, Windows vă permite să formatați discul cu densitate dublă, mare sau foarte mare. Executând clic pe săgeata în jos din dreptul opțiunii Capacity (sau apăsând tastele Alt+P), puteți vedea capacitățile pe care sistemul de operare vă permite să le folosiți.

Primul format pentru dischetele de 3,5 inci este densitatea dublă. Acest format inscripționează pe disc 80 de piste cu câte 9 sectoare. Distanța dintre piste este de 1/135 inci (aproximativ 1/5,3 milimetri). Din cauza diametrului mic al discului, lățimea spațiului de citire/scriere este de numai 0,6 inci (15 milimetri). Formatul cu densitate mare

dublează numărul de sectoare pentru fiecare pistă, ceea ce înseamnă că datele sunt stocate de două ori mai dens.

Deoarece dischetele de 3,5 inci se rotesc cu o viteză fixă de 300 RPM, dublarea densității datelor de pe fiecare pistă crește viteza de citire a datelor de pe disc. Viteza de citire a dischetelor cu densitate dublă, 250 kilobiți pe secundă, ajunge la 500 kilobiți pe secundă în cazul dischetelor cu densitate mare.

Dischetele cu densitate foarte mare dublează încă o dată numărul de sectoare, ajungând la 36 de sectoare pe fiecare pistă, fără să schimbe numărul de piste și spațiul dintre acestea. Din nou, creșterea densității de stocare duce la creșterea vitezei de citire, care ajunge la 1000 Kbps.

Rețineți că *toate* valorile de capacitate sunt specificate pentru dischetele formatate. Datele de formatare ocupă o parte din spațiul de stocare utilizabil al dischetei. Uneori, producătorii de dischete specifică și capacitatea produselor neformatate. Capacitatea neformatată a unei dischete cu densitate dublă (720 KB formatată) este de 1 MB, cea a unei dischete cu densitate mare (1,44 MB formatată) este de 2 MB iar cea a unei dischete cu densitate foarte mare (2,88 MB formatată) este de 4 MB.

## Tehnologiile de 100 MB sau mai mult

Cu programe care ajung în mod obișnuit la zeci de megaocteți și hard-discuri cu capacități măsurate în gigaocteți, dischetele au rămas mult în urmă. Pentru arhivarea unui întreg hard-disc este nevoie de o ladă de dischete și de câteva zile de lucru. Un singur program poate ocupa mai multe dischete decât apar în coșmarurile unui chiropractician.

Distanța dintre cerințe și realitate este atât de mare, încât o simplă îmbunătățire a capacității dischetelor nu mai este suficientă. Ca urmare, companiile producătoare de calculatoare și medii de stocare au încercat să găsească o soluție radicală la această problemă, redefinind conceptul de dischetă. (Cei mai radicali dintre proiectanți se gândesc la tehnologia CD-Recordable ca un posibil înlocuitor pentru dischete – și s-ar putea să aibă dreptate.) Rezultatele acestor încercări au fost două sisteme incompatibile de stocare bazate pe dischete, fiecare cu capacități de cel puțin 100 MB.

### Iomega Zip

Primul produs de acest tip apărut pe piață a fost discul Zip, dezvoltat de Iomega Corporation. Deși, inițial, a fost creat ca un sistem brevetat, Iomega a autorizat și alte companii pentru producerea sistemelor Zip. Atât unitățile de disc, cât și mediile, sunt disponibile în prezent din mai multe surse.

#### 100 MB

Așa cum vă așteptați, dischetele Zip pot fi considerate o dezvoltare a tehnologiei floptice, dar Iomega a obținut pentru dischetele Zip viteze și capacități care țin mai degrabă de domeniul hard-discurilor. Mediul Zip folosește o pistă servo citită optic pentru a permite poziționarea repetabilă a capului de citire/scriere cu increment destul de mic pentru a permite stocarea unei cantități de 100 MB pe un singur cartuș. De fapt, fiecare cartuș stochează 100.431.872 octeți, adică 95,8 MB. Aceeași unitate Zip poate lucra și cu dischete cu capacitatea nominală de 25 MB, care de fapt stochează 25.107.968 de octeți.

Datorită tehnicii de formatare laser/mecanică a discului, dischetele Zip de capacitate mai mică nu pot fi reformatate la o capacitate mai mare. De fapt, pistele servo nu pot fi șterse fără distrugerea cartușului.

Carcasa dischetei Zip face din aceasta un cartuș adevărat. Pentru obținerea unor viteze de lucru comparabile cu ale hard-discurilor, mediul magnetic trebuie să se rotească la viteze foarte mari, iar frecarea de căptușeala textilă a dischetelor normale ar avea efecte negative. Cartușul mai gros oferă mai mult spațiu și permite rotirea discului cu 2968 RPM. În plus, unitatea Zip oferă viteze de acces comparabile cu ale hard-discurilor, unitățile din prima generație ajungând la un timp mediu de acces de 26 milisecunde. Discul are nevoie de aproximativ trei secunde numai pentru creșterea sau reducerea vitezei, ceea ce se întâmplă numai la schimbarea cartușelor.

Discul din interiorul cartușelor Zip are exact 3,5 inci în diametru. Ca urmare, cartușul trebuie să fie puțin mai mare decât dischetele convenționale de 3,5 inci și cartușele MO (cartușe magneto-optice), fiind un pătrat cu latura de 3,7 inci (94 milimetri) și o grosime de 0,25 inci (6,35 milimetri). Aceste dimensiuni fac dischetele Zip incompatibile cu dischetele tradiționale.

Unitățile Zip citesc numai dischete Zip. Sunt disponibile produse care folosesc una dintre interfețele IDE, SCSI sau paralelă. Generația curentă de unități operează numai ca unități slave sau cu numere de identificare care nu permit încărcarea PC-ului. Interfața folosită afectează drastic performanțele. Unitățile SCSI pot transfera datele cam de trei ori mai repede decât modelele conectate la interfața paralelă. În orice caz, productivitatea reală a unității este limitată de viteza cu care este citit discul – 1,4 MB pe secundă.

În locul unui dispozitiv mecanic de protejare la scriere, dischetele Zip sunt protejate electronic. Sistemul Iomega oferă ca parte a produselor software ZipTools trei moduri de protecție cu parole opționale care limitează accesul. Cele trei moduri includ protecția convențională la scriere, care împiedică modificarea accidentală a datelor de pe disc; protecția la citire/scriere, care impune introducerea unei parole înainte de a permite accesul la disc; și modul neprotejat până la scoaterea din unitate, care vă permite să folosiți datele de pe disc, dar protejează discul în momentul scoaterii acestuia din unitate. Același software folosit pentru introducerea parolei este necesar pentru ștergerea acesteia. Parolele nu pot fi recuperate – nici chiar de Iomega.

**250 MB**

În 1998, prin creșterea densității de stocare pe un mediu ușor modificat, Iomega a crescut de două ori și jumătate capacitatea sistemului Zip, fără modificări importante asupra mecanismului unității. Ca rezultat, Iomega a putut să ofere un sistem îmbunătățit, cu o capacitate de 250 MB, la același preț inițial ca și al unității Zip originale.

Datorită densității liniare mai mari a datelor pe pistele discurilor Zip de 250 MB, productivitatea datelor este de două ori mai mare pentru noul sistem față de vechile unități de disc, deși timpul de acces este comparabil. Productivitatea reală poate fi limitată de interfața folosită de unitate. Unitățile Zip de capacitate mare folosesc aceleași interfețe ca și vechile unități, iar folosirea portului paralel compromite performanțele.

Deși arată la fel ca și versiunile anterioare, unitățile și discurile cu capacitate mare au suferit modificări interioare. Circuitele electronice ale unității au fost adaptate la vitezele mai mari de citire și de scriere ale noului mediu de stocare. De asemenea, mediul de stocare a fost îmbunătățit în vederea stocării cu densitate mai mare. Ca urmare, discurile cu capacitatea de 250 MB sunt incompatibile cu unitățile Zip mai vechi.

Pe de altă parte, unitățile Zip de capacitate mare sunt complet compatibile cu vechile medii. Noile unități de 250 MB pot să citească și să scrie discurile de 100 MB. Unitățile mai vechi nu pot nici să citească, nici să scrie discuri de 250 MB.

## LS-120

Promovat în prezent sub numele *SuperDisk*, formatul LS-120 a fost dezvoltat în comun de Compaq Computer Corporation, departamentul pentru produse de stocare al firmei 3M Company (acum Imation Company), Matsushita-Kotobuki Electronics Industries, Ltd. și O. R. Technology, compania părinte a firmei Optics Research, Inc. ca noua generație de unități de dischetă. Primele unități LS-120 au fost lansate pe piață în martie 1996. Aceste unități, produse de MKE, au fost instalate în PC-uri Compaq și foloseau medii fabricate de 3M. Unitățile folosesc tehnologia optică dezvoltată de ORT.

**FIGURA 11.3**
*O dischetă LS-120.*

În exterior, un SuperDisk seamănă cu o dischetă obișnuită de 3,5 inci. Singura diferență evidentă este forma oblonului care acoperă fanta pentru citirea discului. În loc să fie dreptunghiular, oblonul este triunghiular. Figura 11.3 prezintă o dischetă LS-120.

### Formatul

Fiecare dischetă LS-120 poate stoca până la 125.829.120 de octeți, adică 120 MB, de unde și denumirea unității de disc. Ca și în cazul dischetelor convenționale, această capacitate nu este disponibilă în totalitate pentru stocarea datelor, o parte fiind folosită pentru tabelul FAT și pentru datele directoarelor.

Unitatea SuperDisk combină două tehnologii pentru creșterea capacității: un sistem servo laser opto-mecanic și înregistrarea pe zone.

Principala creștere de capacitate este dată de mărirea densității pistelor la 2490 pe inci, obținută prin folosirea sistemului servo laser. La această densitate, diametrul mic al discului nu permite decât 1736 de piste pe fiecare parte a discului. Chiar și așa este nevoie de un mediu special, un compus metalic pe două straturi.

Pentru compatibilitatea hardware și software cu PC-urile, organizarea pistelor unei dischete LS-120 este mapată la un format logic (modul în care acestea sunt văzute de PC) cu 960 piste pe fiecare parte. În urma acestei mapări, unitatea – care are două capete de citire/scriere, câte unul pe fiecare parte – este văzută de sistem ca și cum ar avea opt capete.

Sistemul LS-120 folosește o tehnică de înregistrare pe zone, cu 55 de zone de-a lungul unei raze a discului. Numărul de sectoare pe pistă variază de la 51 pe pistele din interior, la 92 pe pistele din exterior. Tabelul 11.4 prezintă formatele logice și fizice ale unei dischete LS-120.

**Tabelul 11.4** Formatul dischetelor LS-120

| *Tipul formatului* | *Cilindri* | *Capete* | *Sectoare* |
|---|---|---|---|
| Fizic | 1736 | 2 | 51 la 92 (înregistrare pe zone) |
| Logic | 960 | 8 | 32 |

Discurile LS-120 se rotesc cu o viteză constantă de 720 RPM. Ca rezultat al vitezei constante de rotație și al numărului diferit de sectoare pe piste, unitatea LS-120 citește datele cu o viteză care variază în funcție de poziția capului de citire/scriere. Rata de transfer al datelor este mai mică în apropierea de centrul discului, ajungând la aproximativ 400 KB/sec. Pe măsură ce capetele de citire/scriere se apropie de marginea exterioară a discului, rata de transfer crește, ajungând la 665 KB/sec. Primele unități de disc LS-120 aveau un timp mediu de acces de aproximativ 70 de milisecunde. Tabelul 11.5 prezintă specificațiile și formatul discurilor LS-120.

**Tabelul 11.5** Specificațiile sistemului LS-120

| *Caracteristică* | *Specificații* |
|---|---|
| Diametrul mediului | 3,5 inci |
| Mediul de înregistrare | Particule metalice |
| Capacitate (după formatare) | 120 MB |
| Octeți pe sector | 512 |
| Sectoare pe pistă | 51-92 (ZR) |
| Capacitatea de date a pistelor | 26.112-47.616 KB |
| Piste pe suprafață | 1.736 |
| Densitatea pistelor | 2.490 de piste pe inci |
| Densitate de suprafață | 33.660 de tranziții de flux pe inci |
| Suprafețe de înregistrare (fețe) | 2 |
| Distanța între piste | 10,2 microni |
| Rata maximă de transfer | De la 3,20 la 5,33 MB/sec |
| Productivitate | 313-571 |
| Durata de viață estimată | 5 milioane de treceri |

**Tehnologia**

Mecanismele cu buclă deschisă, bazate pe un motor pas cu pas, folosite de unitățile de dischetă convenționale nu pot asigura poziționarea capetelor de citire/scriere cu o precizie suficient de mare pentru localizarea pistelor fine ale sistemului LS-120. Pentru obținerea densității necesare a pistelor, unitățile LS-120 folosesc un sistem servo înglobat. Datele servo sunt gravate pe disc în timpul fabricării. Unitatea LS-120 folosește apoi un fascicul laser pentru citirea informațiilor servo gravate pe disc și alinierea corectă pe fiecare pistă a capului de citire/scriere. De fapt, literele „LS“ din numele sistemului sunt abrevierea de la „Laser Servo“.

Capetele de citire/scriere au două spații, unul folosit pentru pistele fine specifice înregistrării cu densitate mare a dischetelor LS-120 și unul folosit pentru dischetele obișnuite cu densitate dublă și cu densitate mare. Sistemul laser servo nu crește capacitatea dischetelor convenționale.

**Compatibilitatea**

Spre deosebire de unitățile Zip, unitățile LS-120 sunt compatibile cu dischetele standard de 1,44 MB. Unitățile LS-120 pot să citească și să scrie dischete standard de 1,44 MB, iar dischetele de 1,44 MB scrise pe o unitate LS-120 pot fi citite de unitățile de dischetă convenționale. Totuși, datorită vitezei de rotație mai mari, sistemele LS-120 pot atinge rate de transfer mai mari pentru dischetele obișnuite de 1,44 MB – de aproximativ 2,5 ori mai mari decât unitățile de dischetă convenționale.

Mediile LS-120 sunt proiectate astfel încât să fie văzute ca protejate la scriere pentru unitățile de dischetă convenționale, datorită unui decupaj în poziția orificiului de protecție la scriere de pe dischetele convenționale. Ca urmare, nu există pericolul de modificare accidentală a datelor prin introducerea unei dischete LS-120 într-o unitate de dischetă convențională.

Mediul LS-120 depășește posibilitățile de control ale cipurilor de pe controllerele convenționale de dischetă. Primele unități LS-120 foloseau interfața IDE.

## Caleb UDH

În 1998, o companie relativ necunoscută, Caleb Technology, a lansat un sistem brevetat pentru dischete de mare capacitate. Primul produs a fost o unitate de disc, Caleb UDH144. Fiind o dezvoltare a unității de dischete convenționale de 1,44 MB de 3,5 inci, unitatea Caleb păstrează compatibilitatea cu mediile mai vechi și poate să citească și să scrie dischete convenționale de 3,5 inci, formatate la capacități de 720 KB și 1,44 MB.

Ca și sistemul LS-120, unitatea Caleb înregistrează mai multe informații în limitele unei dischete prin creșterea densității pistelor. Având 2.705 piste pe inci, acest sistem depășește chiar și sistemul LS-120 din punctul de vedere al densității. În plus, mărește de mai mult de trei ori densitatea datelor pe fiecare pistă, ajungând la 58.600 de tranziții de flux pe inci (58,6 FCI), ceea ce îi oferă un avantaj de capacitate față de sistemul LS-120.

Unitatea Caleb UDH144 folosește sistemul familiar de conectare IDE/ATAPI, așa că este ușor de adăugat la cele mai multe PC-uri. Dacă este asigurat suportul necesar în codul BIOS, unitatea Caleb poate fi folosită pentru încărcarea sistemului și elimină complet necesitatea folosirii unei unități convenționale de dischetă.

Tabelul 11.6 prezintă specificațiile de bază ale sistemului Caleb, comparate cu cele ale dischetelor convenționale de 3,5 inci.

**Tabelul 11.6** Comparație între dischetele Caleb și cele convenționale

| | *Caleb UDH* | *Dischete convenționale* |
|---|---|---|
| Capacitate (MB) | 144 | 1,44 |
| Timp de poziționare (ms) | <30 | 79 |
| Rata de transfer al datelor (MB/min) | 57 | 7,5 |
| Viteza de rotație (RPM) | 1.000 | 600 |
| Densitatea pistelor (TPI) | 2.705 | 135 |
| Densitatea datelor (FCI) | 58.600 | 17.000 |
| Densitate pe suprafață (MB/in$^2$) | 158 | 2,3 |

## HiFD

Lansat în 1998, cu o distribuție sporadică, sistemul HiFD reprezintă eforturile combinate ale companiilor Fuji și Sony. Beneficiind de tehnologia companiei Fuji pentru producerea mediilor și de experiența firmei Sony în fabricarea unităților, cele două companii au creat un alt sistem de performanță și capacitate mare, cu posibilitatea de a stoca 200 MB pe un singur disc. Sistemul HiFD asigură și compatibilitatea înapoi cu dischetele mai vechi.

Ca și sistemul SuperDisk, sistemul HiFD este compatibil cu dischetele standard, un lucru ușor de înțeles, deoarece Sony a creat formatul fizic al dischetelor de 3,5 inci actuale. Unitățile HiFD pot să citească și să scrie dischete convenționale.

Atunci când trec în modul de operare HiFD, unitățile pot să transfere date cu o rată maximă de 3,6 MB/sec, adică de aproximativ 60 de ori mai repede decât o unitate de dischete de 3,5 inci convențională. Datorită densității liniare mari a discului HiFD și

vitezei de rotație de 3.600 RPM a unității HiFD, sistemul este destul de rapid pentru redarea secvențelor video dinamice. În plus, capul de citire/scriere cu spațiu discret dual (cap plutitor), asemănător cu cele folosite de hard-discuri, și mecanismul de acționare cu solenoid și magnet permanent (VCM – voice coil motor) asigură viteze mari de acces.

Pentru obținerea densității mari de stocare, sistemul HiFD folosește tehnologia ATOMM a companiei Fuji pentru acoperirea substratului Mylar pe ambele fețe. În timp ce stratul magnetic al dischetelor convenționale are o grosime de 2-5 microni, stratul ATOMM (un acronim destul de neobișnuit – Advanced super Thin-layer high-Output Metal Media) are numai 0,5 microni. Mediul mai subțire, pur metalic, permite înregistrarea unor lungimi de undă mai scurte, ceea ce înseamnă densitate de stocare mai mare. Factorul cheie pentru obținerea densității mari este crearea unei suprafețe netede pe care este evaporat mediul metalic magnetic. Tehnologia ATOMM folosește un strat suplimentar de titan, care asigură netezimea necesară a substratului.

Datorită mediului cu densitate mare, sistemul HiFD poate înregistra 2,822 de piste pe un inci din raza discului de 3,5 inci (111 piste pe milimetru). Densitatea liniară de stocare pe fiecare pistă este de aproape 30 de ori mai mare, de la 79 la 87 de kilobiți pe inci. Tabelul 11.7 prezintă formatul fizic folosit de sistemul HiFD.

**Tabelul 11.7** Specificațiile sistemului HiFD

| *Caracteristică* | *Specificație* |
|---|---|
| Capacitate | 200 MB (după formatare) |
| Dimensiune | 94 mm x 90 mm x 3,3 mm |
| Distanța între piste | 9 microni |
| Densitatea pistelor | 2.822 TPI (111 piste/mm) |
| Densitatea liniară de înregistrare | 87-79 kb/inci (3,43-3,11 kb/mm) |
| Metoda de codare/decodare | PRML (cod 16-17) |
| Rata de transfer maximă | 3,6 MB/sec |

# Unitățile de dischetă

În comparație cu alte echipamente pentru calculatoare, unitățile de dischetă sunt echipamente simple. Componentele principale sunt un motor obișnuit care rotește discul și un motor pas cu pas care acționează o bandă metalică pentru poziționarea capetelor de citire/scriere, formând un ansamblu numit mecanism de acționare a capetelor. Unitatea este prevăzută cu un mecanism manual pentru coborârea unui butuc care centrează și blochează discul în poziția corectă și pentru coborârea capetelor de citire/scriere pe suprafața discului. Cu excepția unităților cu o singură față ale PC-urilor originale, toate unitățile de dischetă folosesc două capete de citire/scriere, care prind la mijloc discul și citesc sau scriu date pe oricare dintre cele două fețe ale mediului. Pistele de pe cele două fețe ale discului sunt intercalate, astfel încât capetele nu sunt perfect aliniate.

În mai mult de două decenii de dezvoltare, aproape singura îmbunătățire adusă mecanismului convențional al unităților de dischetă a fost miniaturizarea. Nu s-a redus numai dimensiunea dischetelor, ci și dimensiunea unității de disc pentru un format dat. Unele unități de dischetă au înălțimea mai mică de jumătate de inci. Totuși, indiferent de dimensiuni, toate unitățile de dischetă convenționale funcționează în același fel.

## Proiectarea mecanică

Ca să-și atingă scopurile pentru care au fost proiectate, toate mecanismele unităților de dischetă trebuie să poată îndeplini o serie de operații elementare. Trebuie să rotească discurile cu o viteză uniformă. De asemenea, trebuie să deplaseze capetele de citire/scriere cu o precizie suficientă pentru localizarea oricărei piste de date. Sistemul de poziționare cu buclă deschisă a capetelor trebuie să aibă un punct de pornire cunoscut, pe care să îl poată localiza cu precizie.

### Controlul vitezei

Toate circuitele electronice montate pe una sau mai multe plăci atașate unității de dischetă au rolul de a controla aceste operații simple. Un sistem servo menține constantă viteza de rotație corectă. De obicei, un senzor optic citește modelul stroboscopic de puncte negre inscripționate pe fond alb pe ansamblul de antrenare. Circuitele electronice numără punctele care trec prin dreptul senzorului într-o perioadă dată de timp ca să determine viteza de rotație a discului și fac ajustările necesare. Alte unități folosesc senzori asemănători bazați pe magnetism, dar principiul de funcționare este același – numărarea impulsurilor magnetice într-o perioadă dată de timp pentru determinarea vitezei de rotație a discului.

### Controlul capetelor

Alte circuite electronice controlează poziția radială pe disc a ansamblului de capete. Motorul pas cu pas care deplasează capetele reacționează la impulsurile de tensiune prin deplasarea cu unul sau mai mulți pași discreți (de aici numele destul de descriptiv al acestui tip de motor). Semnalele trimise de controllerul de dischetă din calculator precizează unității pista de pe disc pe care trebuie deplasate capetele. Circuitele electronice ale unității trimit motorului pas cu pas numărul corespunzător de impulsuri pentru deplasarea capetelor de citire/scriere pe pista respectivă.

Mecanismul de bază al unităților de dischetă nu primește nici o reacție referitoare la poziția capetelor pe disc. Unitatea presupune poziționarea corectă a capetelor pe baza numărului de pași efectuați de mecanismul de acționare. Deși unitatea de dischetă încearcă să memoreze poziția capului de citire/scriere, în realitate acesta se poate afla în alte poziții decât cea normală. De exemplu, puteți să forțați manual mecanismul de acționare a capetelor. Sau puteți să opriți calculatorul și capetele să rămână undeva la jumătatea discului. Dacă nu mai sunt alimentate, toate circuitele pierd informațiile memorate și poziția capetelor de citire/scriere nu mai este cunoscută.

Rețineți că motoarele pas cu pas din cele mai multe unități de dischetă actuale cu densitate dublă au acces la toate cele 40 de piste folosite de formatul IBM. Unele calculatoare mai vechi nu folosesc toate cele 40 de piste. Ca urmare, unele unități de dischetă fabricate pentru aceste calculatoare – de obicei unitățile vândute la prețuri incredibil de mici – s-ar putea să nu aibă acces la întreg domeniul de 40 de piste. Caveat emptor!

### Indexarea capetelor

Pentru a asigura poziționarea corectă a capetelor, unitățile de dischetă parcurg un proces numit indexare. Capetele sunt deplasate mai întâi la marginea extremă a discului. După ce ajung în această poziție de index, capetele nu se pot deplasa mai departe, indiferent de eforturile mecanismului de acționare. Circuitele electronice ale unității se asigură că mecanismul de acționare deplasează capetele un număr suficient de pași pentru oprirea în poziția de index (un număr de pași mai mare decât lățimea discului). După ce

capetele au ajuns în poziția de index, circuitele de control le pot deplasa cu numărul de pași necesari, știind exact în ce poziție se află capetele pe raza discului.

## Considerații privind densitatea foarte mare

Pentru folosirea mediilor de înregistrare cu densitate foarte mare, unitățile de dischetă au nevoie de o îmbunătățire radicală – un cap suplimentar pentru fiecare suprafață. Mediile magnetice cu densitate foarte mare sunt atât de dificil de folosit, încât au nevoie de un cap separat de ștergere. Capul de ștergere și capul de citire/scriere sunt fixate pe același mecanism de acționare și se deplasează împreună de la o pistă la alta. La scrierea datelor, capul de ștergere pregătește suprafața discului pentru capul de citire/scriere, prin alinierea tranzițiilor de flux în aceeași direcție. Capetele de citire/scriere pot apoi să modifice orientarea acestora pentru înregistrarea datelor.

# Circuitele electronice de control

Deși operarea unei unități de dischetă pare simplă, este de fapt un proces complex cu mai multe niveluri de control. Atunci când apăsați butonul Save în timpul rulării unei aplicații, butonul nu este conectat direct cu unitatea de dischetă. Apăsarea butonului este detectată de componentele hardware ale calculatorului și recunoscută de codul BIOS. Codul BIOS, la rândul lui, trimite aplicației codul electronic corespunzător. Programul poate face apoi una sau mai multe cereri de scriere pe disc către sistemul de operare DOS. Sistemul de operare trimite către BIOS instrucțiunile necesare, iar codul BIOS trimite codurile de control corespunzătoare către circuitele hardware de control ale discului. În sfârșit, aceste circuite precizează unității unde să mute capetele de citire/scriere și ce să facă după ce acestea ajung în poziția specificată.

Penultima componentă hardware din acest lanț este controllerul de dischetă. Acesta are două funcții legate de operarea unităților de dischetă ale sistemului. În primul rând, transformă comenzile logice ale calculatorului, care sunt de obicei generate de BIOS, în semnalele electrice care controlează unitatea de dischetă. În al doilea rând, translatează fluxul de impulsuri generate de capetele de citire/scriere ale unității de dischetă într-o formă care poate fi interpretată de calculator.

## Funcționarea

Cea mai bună cale de a înțelege modul de operare a unui controller de dischetă este examinarea semnalelor care controlează unitatea de dischetă și a semnalelor trimise de unitate către calculatorul gazdă.

Două semnale, Drive Select A și Drive Select B, sunt folosite pentru selectarea individuală a primei sau a celei de-a doua unități, respectiv A sau B. (În sistemele cu patru unități de dischetă, semnalul A de pe al doilea cablu controlează unitatea C, iar semnalul B controlează unitatea D.) Dacă semnalul alocat unei anumite unități de dischetă nu este prezent, toate celelalte circuite de intrare/ieșire ale unității sunt dezactivate, cu excepția semnalelor care controlează motorul unității. În acest mod, două unități pot să folosească în comun semnalele de pe un singur cablu al controllerului, fără interferențe. Nu puteți să scrieți în unitatea B și în același timp să citiți de pe unitatea A. Din acest motiv, trebuie să transferați datele de la o unitate de dischetă în memorie, înainte de a le copia la o altă unitate de dischetă.

Două semnale sunt folosite pentru oprirea sau pornirea motorului fiecărei unități de dischetă. Aceste semnale sunt Motor Enable A și Motor Enable B. Deși este posibilă

pornirea simultană a ambelor motoare, regulile stabilite de IBM pentru primele PC-uri interzic activarea simultană a acestor două linii. (Intenția era de a economisi energie în primele sisteme PC, destul de limitate din punctul de vedere al alimentării, o problemă care a dispărut în modelele următoare. Acest aspect nu mai are nici o consecință, deoarece energia de alimentare este suficientă și toate PC-urile moderne au o singură unitate de dischetă). Două semnale controlează poziția capetelor. Primul, Step Pulse, cere motorului pas cu pas să deplaseze capetele cu un pas (adică exact o pistă) către centrul sau către marginea discului. Semnalul Direction controlează direcția în care se deplasează capetele. Dacă semnalul este activ, capetele se deplasează către centrul discului.

Pentru selectarea uneia dintre fețele discurilor cu două fețe, este folosit semnalul Write Select. Dacă semnalul este activ, unitatea folosește capul de deasupra. Dacă semnalul nu este prezent, este folosit automat capul de dedesubt.

Pentru scrierea pe disc sunt folosite două semnale. Linia Write Data conține informațiile care urmează să fie scrise pe disc. Aceste informații sunt transmise ca o serie de impulsuri, corespunzând exact tranzițiilor de flux care urmează să fie înregistrate pe disc. Capul de citire/scriere nu face decât să reflecte magnetic aceste semnale. Pentru a împiedica scrierea accidentală peste alte informații valoroase, este folosit un al doilea semnal, numit Write Enable. Către capul de citire/scriere nu este trimis nici un curent de scriere dacă acest semnal nu este activ.

Frecvența datelor transmise pe această linie depinde de tipul unității de disc. O unitate de dischetă cu densitate normală acceptă date cu viteza de 250 kilobiți pe secundă. O unitate cu densitate mare operează la 500 kilobiți pe secundă. O unitate cu densitate foarte mare operează la 1 megabit pe secundă.

Controllerul primește de la unitatea de dischetă patru semnale. Două dintre acestea permit controllerului să determine poziția capetelor de citire/scriere. Semnalul Track 0 indică poziționarea capetelor pe prima pistă dinspre exteriorul discului, astfel încât controllerul știe de unde începe numărarea impulsurilor de deplasare a capului. Semnalul Index permite unității să determine poziția fiecărui bit pe o pistă a discului. La fiecare rotație a discului, pe linia Index este generat un impuls. Controllerul poate astfel să măsoare intervalele dintre impulsurile de date în funcție de referința furnizată de semnalul Index.

Semnalul Write Protect este obținut de la un senzor care detectează existența clapetei de protejare la scriere a dischetei. Dacă clapeta este prezentă, semnalul este activ.

Semnalul Read Data conține o serie de impulsuri electrice care corespund exact tranzițiilor de flux de pe dischetă. Rata de transfer a datelor citite este aceeași cu rata de scriere.

Pentru îndeplinirea funcției de control, controllerul de dischetă trebuie să convertească cererile de la codul BIOS sau comenzile hardware directe, primite ca numere de sectoare și piste în impulsuri care deplasează capul în poziția corespunzătoare de pe disc. Pentru operarea cea mai eficientă, controllerul trebuie să știe unde se află capetele, să indexeze capetele, dacă este necesar, și să raporteze eventualele erori apărute.

Pentru îndeplinirea funcției de translație, controllerul trebuie să dea un sens fluxului de impulsuri neformatate livrate de unitate. Mai întâi trebuie să determine începutul fiecărei piste pe baza semnalului Index, apoi să identifice fiecare sector pe baza informațiilor incluse în fluxul de date. După identificarea sectorul cerut, unitatea citește

informațiile conține de acest sector și le translatează din forma serială într-o formă paralelă, astfel încât să poată fi trimise pe magistrala PC-ului. Pentru scriere, controllerul trebuie să identifice mai întâi sectorul (ceea ce înseamnă o operație de citire) apoi să activeze curentul de scriere pentru stocarea datelor în sectorul respectiv, înainte de a se ajunge la începutul sectorului următor.

## Hardware

Cea mai mare parte a muncii unui controller este îndeplinită de un singur circuit integrat, respectiv circuitul 765. (În PC-urile actuale, funcțiile circuitului 765 sunt deseori integrate în seturile de cipuri.) Circuitul 765 funcționează asemănător cu un microprocesor. Acesta execută anumite operații ca răspuns la comenzile pe care le primește prin regiștrii conectați la porturile de intrare/ieșire ale calculatorului.

Posibilitățile de programare fac din cipul 765 și din controllerele de dischetă dispozitive foarte flexibile. Nici unul dintre parametrii de bază ai dischetei nu este gravat pe siliciul controllerului. Numărul de capete, piste și sectoare de pe disc sunt stocate prin încărcarea valorilor în regiștrii cipului 765. De obicei, valorile de operare sunt încărcate în controller la pornirea calculatorului. În general, după încărcare nu trebuie să vă mai faceți probleme în privința acestor parametri.

## Integrarea

Producătorii de PC-uri au folosit trei stiluri diferite de controllere de dischetă – independente, combinate și integrate. Modelul original folosit de IBM pentru primul PC a fost un controller independent, o placă de extensie care nu se ocupa decât de controlul operării a cel mult patru unități de dischetă. Controllerul de dischetă al calculatoarelor PC AT și al celor mai multe PC-uri din această generație era combinat cu controllerul de hard-disc. Cele mai multe PC-uri noi au controllerul de dischetă integrat pe placa de bază. Toate cele trei modele sunt încă folosite.

În toate cele trei cazuri, circuitele sunt aceleași. Viteza interfeței de dischetă este atât de mică, încât problema interfeței cu magistrala și alte aspecte legate de conexiuni sunt pur academice. Diferitele localizări ale circuitelor care formează controllerul nu reflectă decât opțiunea de proiectare a producătorului. Ultima formă de controller, cu gradul cel mai mare de integrare, are ca rezultat un PC cu un cost general mai mic. De fapt, circuitele controllerului de dischetă sunt deseori incluse în setul de cipuri, pentru o integrare completă. Uneori plăcile de bază de pe piața de componente nu includ circuitele controllerului de dischetă, permițând producătorului să economisească o mică sumă, dar obligându-vă să cumpărați un controller de tip AT care combină circuitele pentru hard-disc și pentru dischetă. Pentru aplicațiile specializate, există în continuare pe piață controllere de dischetă dedicate. Există chiar un producător care combină într-un singur adaptor pentru sloturi PC Card atât controllerul, cât și unitatea de dischetă.

# Configurarea

Pentru instalarea unităților de dischetă convenționale este folosită o procedură de instalare simplă, pas cu pas. Unitățile sunt instalate fizic în compartimentele disponibile în interiorul carcasei, așa cum vom vedea în Capitolul 26, „Carcasele“. Un singur cablu conține toate semnalele de control și de date pentru două unități de dischetă, conectate așa cum am arătat în Capitolul 9, „Interfețele de stocare“. Cele mai multe dintre unitățile care folosesc tehnologii noi includ instrucțiuni proprii de instalare, care de obicei nu cuprind altceva decât „montați șuruburile, încărcați driverul și apelați biroul de asistență tehnică“.

După instalarea și conectarea fizică a unei unități convenționale de dischetă, mai aveți de făcut un pas – trebuie să configurați sistemul pentru acceptarea acesteia. PC-ul trebuie să afle tipul unității pentru a putea să programeze corespunzător controllerul. În mod normal, tot ce aveți de făcut este să selectați opțiunea corespunzătoare din meniul de configurare al PC-ului.

Dacă formatul unității este acceptat de PC-ul dumneavoastră este o altă problemă, din fericire una care s-a simplificat o dată cu dispariția sistemelor mai vechi și mai pretențioase. Pentru a vă ajuta să puneți în funcțiune o nouă unitate, vom discuta mai întâi despre problemele de suport, apoi vom trece la procedura normală de configurare, aruncând și o privire asupra comprimării discurilor.

## Asigurarea suportului pentru unitățile de dischetă

Deoarece toate unitățile de dischetă convenționale folosesc aceleași circuite electronice pentru controllere, posibilitatea unei dischete cu un anumit format și dimensiune de a funcționa în PC-ul dumneavoastră este o problemă legată de BIOS. Codul BIOS determină parametrii pe care îi acceptă PC-ul. Aproape toate PC-urile produse în ultimul deceniu acceptă toate formatele convenționale de dischete. Pentru instalarea unei unități de capacitate mai mare într-un sistem mai vechi, este necesară, în primul rând, actualizarea codului BIOS.

Unitățile cu tehnologii mai noi au nevoie de niveluri proprii de suport din partea sistemului. Pentru folosirea dischetelor cu densitate foarte mare este necesară proiectarea specială atât a componentelor hardware, cât și a componentelor software de suport – respectiv unitatea de dischetă, controllerul și codul BIOS. Sistemele Zip și LS-120 au nevoie doar de o interfață corespunzătoare. Iomega furnizează drivere pentru unitățile Zip pentru cele mai răspândite sisteme de operare. Suportul pentru sistemul LS-120 este inclus în toate versiunile Windows, începând cu Windows 95.

## Configurarea

De obicei, unitățile de dischetă sunt a treia problemă de interes, imediat după oră și dată, în timpul configurării PC-urilor. Cele mai multe programe de configurare pun întrebările despre unitățile de dischetă pe primele poziții, probabil deoarece valorile asociate acestor parametri sunt stocate primele în memoria CMOS.

În general, nu este nevoie decât să selectați capacitatea corespunzătoare dintre cele patru sau cinci opțiuni disponibile: 360 KB, 1,2 MB, 720 KB, 1,44 MB și 2,88 MB. Tot ce trebuie să faceți este să alegeți capacitatea corespunzătoare unităților dumneavoastră. Dacă selectați o capacitate greșită, veți afla acest lucru imediat ce calculatorul execută testarea la punerea sub tensiune (POST), deoarece unitatea va începe să scoată niște sunete urâte, de parcă ar vrea să arunce afară motorul și circuitele electronice. În ciuda zgomotelor urâte, este posibil ca unitatea să treacă de testele POST, chiar dacă ați ales un tip greșit, dar nu va funcționa corect la citirea și scrierea dischetelor. Dacă rulați din nou programul de configurare și selectați tipul de unitate corect, ar trebui să nu mai auziți acele zgomote neobișnuite.

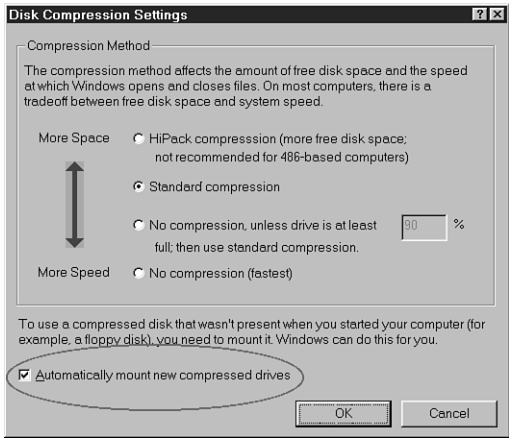
Rețineți că dacă instalați o singură unitate de dischetă, sistemul de operare DOS o va recunoaște atât ca unitate A:, cât și ca unitate B:, cerându-vă să schimbați dischetele în funcție de litera unității. Această emulare a celor două unități vă permite să copiați dischete chiar dacă aveți o singură unitate. Windows 95 este mai concret și recunoaște o singură unitate de dischetă ca atare.

## Comprimarea discurilor

Comprimarea discurilor funcționează pentru dischete la fel ca pentru hard-discuri. Totuși, dischetele impun un nivel superior de complexitate, deoarece sunt amovibile și PC-ul nu are cum să știe dacă o dischetă introdusă în unitate este comprimată sau nu. Pentru rezolvarea acestei probleme, sistemele de operare Microsoft impun *montarea* unei unități de dischetă comprimate după încărcarea sistemului sau schimbarea dischetelor.

Versiunile curente ale programului DriveSpace folosite de DOS și Windows au posibilități integrate de *auto-montare*. La încărcarea PC-ului sau introducerea unei dischete în unitate, driverul software folosit de sistemul de operare pune discul în mișcare și citește informațiile din sectorul de încărcare pentru a determina dacă discheta este comprimată și, în caz afirmativ, montează discul. În primele versiuni Windows, componenta de auto-montare avea nevoie de 4 KB din memoria în mod real. Ca urmare, Microsoft vă permitea să dezactivați această componentă și să economisiți cei câțiva kilooctеți, prin deselectarea opțiunii Automatically Mount (Montare automată) din meniul Advanced al programului DriveSpace. Deși sub Windows 95/98 montarea automată nu consumă nimic din memoria în mod real, opțiunea poate fi dezactivată. Pentru aceasta, deselectați caseta corespunzătoare, așa cum se poate vedea în Figura 11.4, în pagina Settings a meniului Advanced care apare atunci când rulați programul DriveSpace.

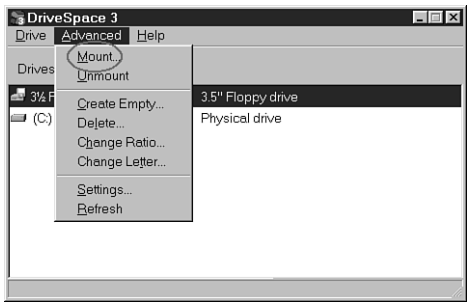
**FIGURA 11.4**
*Dezactivarea componentei de auto-montare în Windows.*


Disk Compression Settings
Compression Method
The compression method affects the amount of free disk space and the speed at which Windows opens and closes files. On most computers, there is a tradeoff between free disk space and system speed.
More Space
HiPack compresssion (more free disk space; not recommended for 486-based computers)
Standard compression
No compression, unless drive is at least 30 % full; then use standard compression.
More Speed
No compression (fastest)
To use a compressed disk that wasn't present when you started your computer (for example, a floppy disk), you need to mount it. Windows can do this for you.
Automatically mount new compressed drives
OK
Cancel

Dacă dezactivați componenta de auto-montare și introduceți în unitate o dischetă comprimată, discheta va părea aproape plină, chiar dacă la listarea directorului va fi afișat numai un mic fișier. De obicei, acest fișier va fi numit READTHIS.TXT și va conține instrucțiuni de montare a dischetei. Restul spațiului de pe disc va fi dedicat stocării datelor comprimate, chiar dacă nu ați înregistrat nici un fișier pe dischetă.

Pentru a vedea fișierele comprimate sau pentru a permite programelor să le folosească, trebuie să montați manual discul comprimat cu programul DriveSpace. Rulați programul DriveSpace, selectați unitatea de dischetă corespunzătoare, apoi selectați opțiunea Advanced. Alegeți opțiunea Mount din meniul derulant care apare, așa cum se poate vedea în Figura 11.5.

**FIGURA 11.5**
*Montarea manuală a unei dischete comprimate folosind programul DriveSpace.*



Ca și în cazul hard-discurilor, în sistemele de comprimare folosite de Microsoft, sistemul de operare creează un fișier de volum comprimat (Compressed Volume File) care stochează pe disc datele comprimate. Fișierul CVF este stocat pe disc folosind numele prestabilit DRVSPACE.000. Acest fișier are atributele ascuns, sistem și numai pentru citire, așa că nu este afișat în urma lansării unei comenzi DIR obișnuite.

Sistemul de operare alocă fișierului CVF o literă de unitate, așa că îl puteți folosi ca și cum ar fi o unitate fizică. În mod prestabilit, sistemele de operare Microsoft realocă și ascund litera de unitate a unității fizice de dischetă atunci când este folosit un fișier CVF în unitatea respectivă.

# Capitolul 12
# Compact-discurile

*Dintr-un simplu mediu audio, compact-discul s-a transformat în principalul mijloc pentru schimburile de informații. Cu un singur disc, puteți introduce în PC până la 680 MB de informații. Atunci când aveți nevoie de mai mult spațiu, succesorul CD-ului, discul DVD, stochează pe același disc argintiu până la 18 GB de informații. Atât pe CD, cât și pe DVD puteți să stocați orice informații digitale, folosind o varietate de formate audio, video și de date. Fabricarea discurilor pre-înregistrate este ieftină și rapidă. Unități de disc speciale vă permit să creați propriile dumneavoastră discuri CD și DVD.*

Aspecte referitoare la unitățile de CD sau DVD pe care trebuie să le luați în considerare pentru cumpărarea unui PC nou sau a unei unități în vederea înlocuirii ori modernizării:

| *Aspect* | *Recomandare* |
|---|---|
| Format | O unitate de DVD face tot ce face și o unitate de CD (cel puțin pentru redare), așa că o unitate de DVD este o opțiune mai bună, deschisă către viitor |
| Viteză | Cu cât mai repede, cu atât mai bine. Căutați o unitate de CD cu viteza minimă 24x sau o unitate de DVD cu viteza între 2x și 5x. Înmulțiți viteza unității de DVD cu 6 ca să obțineți viteza echivalentă a unei unități de CD. |
| Interfață | Unitățile de disc ATAPI sunt mai ieftine, dar unitățile de CD SCSI au performanțe mai bune la extragerea informațiilor audio (convenabile pentru crearea fișierelor MP3). |
| Decodor video | Necesar pentru redarea filmelor DVD; irelevant pentru unitățile de CD. Decodoarele hardware sunt mai rapide decât cele software și produc imagini mai bune – dar variantele hardware costă mai mult. |
| Posibilitatea de scriere | Unitățile de CD-R vă permit să creați CD-uri proprii, dar unitățile de CD-RW fac mai mult decât atât, așa că reprezintă o opțiune mai bună. Unitățile de DVD cu posibilități de scriere nu și-au dovedit încă viabilitatea. |
| Schimbătoare de discuri | Până în acest moment, numai pentru CD-uri. Vă permit să țineți mai multe CD-uri aproape online, dar partea software este complicată și dă dureri de cap – de multe ori, schimbarea fizică a discurilor se face mai repede și cu mai puține probleme. |

*Războiul Stelelor* – aceasta este o descriere succintă și surprinzător de corectă a sistemelor de stocare optice moderne. Raze de lumină cu mare precizie sapă gropi în medii de înalt nivel tehnic, lăsând cicatrice permanente. De fiecare dată când încărcați un CD sau un DVD în unitate, bătălia începe din nou, deși în cea mai mare parte a timpului roboții nu fac decât să reflecte razele laser ca să păstreze informațiile înregistrate pe disc.

Desigur, există și modalități mai practice de a discuta despre unitățile de CD și DVD. În prezent, una sau alta sunt la fel de necesare pentru un nou PC ca și o unitate de hard-disc sau chiar un microprocesor. În definitiv, fără o modalitate de citire a CD-urilor, nu ați putea să încărcați cele mai noi produse software, iar fără software, PC-ul ar fi la fel de inutil ca și un sistem fără creier. Discurile CD și DVD reprezintă un

mediu convenabil de distribuție. Un CD poate păstra mai mulți megaocteți decât are nevoie chiar și cel mai încărcat program. Un disc DVD crește capacitatea de cinci ori – pentru moment – și aduce în unitatea PC-ului ultimul film pe ecran lat, cu sunet stereo spațial.

Inovațiile moderne aduse tehnologiei optice permit unor unități atât să citească, cât și să creeze discuri, transformând mediul optic într-un sistem de salvare și de arhivare *prin excelență*. Ultimele inovații permit unităților de disc să refolosească discurile, astfel încât puteți actualiza arhivele. Deși nu este nici pe departe la fel de rapidă ca o unitate de hard-disc actuală, o unitate optică cu rescriere este, probabil, mult mai flexibilă și mai sigură. Discurile pe care le scrieți au o durată de viață mai mare decât PC-ul care le produce; și probabil chiar decât dumneavoastră.

Deși sunt deseori tratate ca două sisteme diferite, unitățile de CD și DVD au în comun aceeași moștenire și tehnologie. În realitate, discul DVD este a doua generație de discuri optice pentru PC-uri. Principalele diferențe tehnice sunt rezultatul îmbunătățirilor tehnologice apărute în decursul celor două decenii de istorie a mediului CD. Nici o schimbare revoluționară nu separă cele două sisteme. De fapt, cele mai importante schimbări nu fac decât să reflecte noile formate, create pentru a beneficia de avantajele oferite de capacitățile mai mari permise de îmbunătățirile tehnice.

## Istoric

Istoria discurilor CD și DVD începe aproape în același timp cu cea a PC-urilor și, timp de mai mulți ani, a mers pe un drum paralel, dar fără legătură cu tehnologia calculatoarelor. Dezvoltat prin eforturile combinate ale firmelor Philips și Sony Corporation, la începutul anilor ’80, când în industria echipamentelor stereo începea era digitală, compact-discul a fost creat, în principal, ca un mediu de distribuție de înaltă fidelitate. Apărute pentru prima dată în Statele Unite în 1983 (în Japonia, CD-ul a avut un avans de un an, fiind lansat, conform firmei Sony, în 1982), în cinci ani CD-urile au înlocuit discurile audio obișnuite ca mediu stereofonic, datorită domeniului mai larg de aplicabilitate, lipsei zgomotelor, invulnerabilității la deteriorări și duratei de viață mai mari.

Inginerii au stabilit multe dintre aspectele practice ale CD-urilor în funcție de cerințele înregistrărilor muzicale. De exemplu, au ales valoarea de aproximativ 70 de minute de muzică, care reprezenta una dintre principalele specificații ale sistemului Compact Disc, deoarece unul dintre scopurile de proiectare era înregistrarea Simfoniei a noua a lui Beethoven pe un singur disc, fără întreruperi. Pe măsură ce CD-ul devenea principalul mediu de distribuție pentru muzica pre-înregistrată, inginerii de calculatoare au început să privească discul strălucitor cu o oarecare invidie. Vedeau mediul de stocare oferit de disc ca un depozit pentru mai mulți megaocteți decât ar fi dorit cineva să folosească. În definitiv, datele sunt date, indiferent dacă octeții codifică o simfonie sau un sistem de operare (nu uitați că aceste lucruri se întâmplau pe vremea când în partea de sus a clasamentelor se situau hard-discurile de 20 sau 30 MB). Atunci când cineva s-a gândit că o bucată de plastic a cărei producere costă un dolar și care se vinde cu 16,99$ poate fi umplută cu statisticile anului precedent și revândută cu 249$, cursa a început. Compact-discul a devenit CD-ROM (de la Compact Disc, Read-Only Memory) și megaocteții au devenit accesibili maselor largi.

Curând, sunetele au devenit doar una dintre aplicațiile mediului CD. Numele original a trebuit să fie extins pentru a deosebi CD-urile muzicale de celelalte forme. Pentru cei din lumea calculatoarele, CD-urile folosite pentru sistemele stereo au devenit CD-DA, de la *Compact Disc, Digital Audio*.

Inginerii au experimentat diferite formate de stocare pe CD, pentru a înregistra pe disc și alte tipuri de date. Philips a optimizat mediul pentru aplicațiile interactive – prezentări multimedia și jocuri – creând standardul CD-I, prescurtarea de la *Compact Disc Interactive* (compact-disc interactiv). Unii chiar s-au gândit la comprimare – masivă – ca o modalitate de stocare a datelor video pe CD. Standardul *Compact Disc-Video* a reușit stocarea filmelor pe micile discuri, dar în cantitate mică și cu o calitate scăzută. Datele video cu o calitate acceptabilă au fost nevoite să aștepte un nou șir de dezvoltări și o nouă generație de medii de stocare optică.

DVD era inovația așteptată. Inițialele DVD provin de la Digital Versatile Disc (disc multifuncțional digital), deși sistemul a fost inițial numit Digital Video Disc (disc video digital), înainte de adoptarea standardelor tehnice actuale.

Tehnologia DVD are la origine două propuneri concurente, ambele având ca principală intenție stocarea imaginilor video pe un disc de dimensiunea CD-urilor. Dezvoltatorii originali ai CD-ului, Philips și Sony, susțineau un format numit MMCD, abrevierea de la *Multimedia Compact Disc* (erau proprietari ai numelui CD, așa că au profitat de acesta). Cealaltă tabără, condusă de Matsushita, Time Warner și Toshiba, au dezvoltat un format propriu, incompatibil, numit *SD*.

Pentru un timp, se părea că în domeniul video se va repeta lupta Beta-VHS, care a păstrat pe piață mai mult de un deceniu două formate incompatibile de videocasete. În septembrie 1995, simțul realității a revenit în industria de specialitate, fiind creat un standard acceptabil pentru ambele tabere. Pentru a-l diferenția de eforturile anterioare și a reflecta domeniul lărgit de posibilități ale noului mediu, formatul a fost rebotezat *Versatile*, înlocuind termenul *Video* din propunerile anterioare. Meritul pentru dezvoltarea standardului inițial este atribuit, în general, unui consorțiu industrial care include companiile Hitachi, JVC, Matsushita, Mitsubishi, Philips, Sony, Thompson, Time Warner și Toshiba.

În timp ce CD-ul a fost creat ca un dispozitiv cu un singur scop și s-a dezvoltat ulterior pentru acceptarea unor aplicații pe care creatorii nu și le-ar fi imaginat vreodată, DVD a fost de la început o tehnologie cu scopuri multiple. Stocarea datelor din calculatoare a fost o parte a formatului încă de la creare. De fapt, IBM a condus eforturile de unificare. Pe termen lung, scopul tehnologiei DVD este să înlocuiască aproape toate sistemele de stocare și de redare. Dezvoltatorii sistemelor DVD consideră că acestea vor înlocui rapid videocasetele, CD-urile audio și toate variantele de sisteme de stocare bazate pe CD-uri – și, probabil, vor îndeplini și alte funcții încă neprevăzute. Deși oricine poate face astfel de speculații, se pare că dezvoltatorii au dreptate în cazul discurilor DVD. În definitiv, aceiași dezvoltatori au creat sistemele VCR, CD și celelalte dispozitive pe care se așteaptă să le înlocuiască noul copil minune.

Ca și în cazul CD-urilor, fiecare format DVD are o etichetă proprie. Printre acestea se numără DVD-Video pentru aplicațiile video, cum ar fi distribuirea filmelor; DVD-Audio, ca discuri audio de calitate înaltă, cu posibilități care depășesc cu mult calitățile discurilor actuale pe 16 biți; și DVD-ROM pentru distribuirea produselor software și a altor date.

Atunci când s-a ajuns la dezvoltarea unui format cu înregistrare pentru DVD, diferiții membri ai consorțiului care a dezvoltat standardul DVD original au mers în direcții proprii. Ca rezultat, în prezent există pe piață cel puțin patru formate cu înregistrare – DVD-R, DVD-RAM, DVD-RW și DVD+RW.

În ciuda acestor diferențe și a marii varietăți de formate folosite acum în sistemele de stocare optice pentru PC-uri, tehnologia aflată la bază este aceeași – un disc rotitor este folosit ca țintă pentru laserele rebelilor din *Războiul Stelelor*.

# Tehnologia

Datorită multiplicării ușoare și ieftine, mediile optice de stocare sunt ideale pentru distribuție. Flexibilitatea acestora (aceeași tehnologie este folosită pentru stocarea datelor, a sunetelor și a secvențelor video) a fost binevenită, deoarece toți inginerii erau în căutarea unui spațiu de stocare ieftin și vast. Discurile CD și DVD au aceste calități din construcție.

Una dintre cele mai importante calități ale oricărui dispozitiv de stocare optică este densitatea datelor – pe un mic disc încap o mulțime de megaocteți. Prin folosirea razelor de lumină asigurate de lasere, dispozitivele de stocare optică obțin câteva avantaje. Lentilele pot să concentreze o rază de lumină – și în special fasciculul coerent al unui laser – pe o suprafață mai mică decât cel mai mic domeniu magnetic care poate fi folosit pentru scrierea datelor pe un hard-disc. Spre deosebire de câmpurile magnetice, care nu pot fi folosite decât la distanțe de câteva milionimi de inci, lumina parcurge cu ușurință distanțe mult mai mari. Deplasându-se mai mult de 9,4 mii de miliarde de kilometri într-un an, unele raze de lumină călătoresc încă de la începuturile universului cu 10 sau 15 miliarde de ani în urmă. Ca urmare, o mică distanță între sursa razei de lumină și mediul de stocare nu este o problemă. Echipamentul care generează fasciculul de lumină pentru scrierea sau citirea datelor nu trebuie să fie neapărat în apropierea mediului de stocare, ceea ce oferă proiectanților mai multă libertate (poate chiar mai mult decât merită).

Ideea care stă la baza stocării optice este faptul că puteți să codați datele binare sub forma unor combinații de puncte albe și negre, la fel cum pot fi codate prin absența sau prezența unor semnale electrice. Marcajele optice pot fi făcute în mai multe moduri. O metodă veche și pe care vă puteți baza este colorarea hârtiei cu cerneală. Exact acest lucru îl fac codurile de bare întâlnite pe mărfurile din magazinele universale.

Citirea combinațiilor de pete luminoase sau întunecate este făcută de un *fotodetector*, o componentă electrică ce își schimbă rezistența în funcție de nivelul de luminozitate. Lumina permite electricității să treacă mai ușor prin elementul fotodetector. Îndreptând fotodetectorul către codul de bare, acesta poate să diferențieze barele de fundal pe măsură ce îl mișcați (sau mișcați produsul în fața detectorului). Fasciculele laser care citesc codul de verificare cresc viteza de scanare. Fotodetectorul urmărește raza laser roșie reflectată și așteaptă să recunoască un model – codul de bare scanat de raza laser – din zgomotul obișnuit.

Ați putea stoca datele dintr-un fișier sub forma unui cod de bare gigantic și să readuceți banda de hârtie în lumea mediilor de stocare – un șir de bare care se întinde până dincolo de linia orizontului. Chiar dacă sunteți dispus să riscați date importante prin stocarea pe un mediu care se îngălbenește și se distruge sub efectul luminii solare, mai aveți de suportat și dezavantajele mediilor de stocare secvențiale. Aceasta înseamnă că trebuie să vă reînnoiți abonamentele la reviste, deoarece veți avea destul de mult de așteptat.

Discul, având posibilități de acces aleatoriu, este mai potrivit ca sistem de stocare. Stocarea bidimensională face ca accesul aleatoriu la un bloc de date să fie o problemă de milisecunde, nu de kilometri. Soluția discului aflat într-o mișcare rapidă de rotație a fost evidentă chiar și pentru inginerii care au pus la punct primul sistem Compact Disc pentru stocarea informațiilor audio. Aceștia au avut un model foarte bun: vechile discuri audio. Posibilitatea de deplasare a acului de redare pe orice pistă a unei înregistrări este clară pentru toți iubitorii de muzică, de peste 100 de ani. Orice nou sistem de înregistrare muzicală are nevoie de o modalitate la fel de simplă de selectare. Aceeași posibilitate simplă și rapidă de acces este necesară și pentru sistemele de stocare ale calculatoarelor.

Stocarea optică oferă și un alt avantaj. Modelele optice care codifică datele în sistemele CD și DVD pot fi formate mecanic. Ambele sisteme folosesc adâncituri săpate fizic în substratul argintiu, formând astfel punctele albe și negre pentru codarea optică a datelor. Adâncimile sunt caracteristici mecanice care pot fi copiate mecanic. Procesul este ieftin și rapid. Mașini automate pot să toarne mai multe copii master perfecte în câteva secunde și, folosind mai multe matrițe, o fabrică poate să producă milioane de copii în câteva zile. Cu alte cuvinte, tehnologia optică permite duplicarea *în masă* a mega- sau gigaocteților. Mediile magnetice, pe de altă parte, pot să copieze datele numai octet cu octet.

## Mediile

Inima sistemelor Compact Disc și Digital Versatile Disc este chiar discul. Modelul acestuia, bazat pe o combinație de puncte, care pot fi citite optic, dar produse mecanic pe scară largă, face din stocarea optică mediul cel mai rapid și mai ieftin pentru multiplicarea a sute de megaocteți de date.

Forma plată a discului oferă și un alt avantaj. Mașinile pot să toarne copii ale discurilor prin presarea între două forme, în locul umplerii unei matrițe tridimensionale cu un lichid de turnare. Acest proces de ștanțare are o istorie lungă. A fost folosit mai mult de un secol pentru multiplicarea înregistrărilor muzicale – mai întâi cu lac și lut pentru copierea primelor înregistrări de fonograf ale lui Emil Berliner, apoi cu vinil pentru demodatele albume muzicale. Pentru multiplicarea discurilor CD și DVD este necesară mai multă precizie și câțiva pași suplimentari, dar, în esență, procesul de ștanțare a rămas același.

Procesul de multiplicare începe cu un disc master. O mașină specială care folosește fascicule laser de putere mare arde găuri pe un disc gol – master de înregistrare – creând astfel înregistrarea mecanică originală. Discul master este folosit apoi la crearea unei matrițe de ștanțare. O copie în negativ este placată electric pe discul master, apoi desprinsă de pe acesta, lăsând discul master nemodificat. Pornind de la același disc master pot fi create mai multe matrițe, fiecare fiind apoi montată într-o mașină de ștanțat. Mașina încălzește matrița și injectează în interiorul acesteia o cantitate de plastic. După ce plasticul se răcește, mașina de ștanțat scoate discul din matriță și încarcă o nouă porție de plastic.

Pentru crearea discurilor CD și DVD, o altă mașină preia discurile proaspăt ștanțate și le acoperă cu un strat de aluminiu, dându-le aspectul strălucitor de oglindă. Pentru a menține luciul stratului metalic, discul este apoi laminat cu un strat de plastic transparent care protejează modelul mecanic împotriva pericolelor fizice și chimice (oxidări și zgârieturi). În sfârșit, o altă mașină imprimă pe disc o etichetă. Discul este apoi împachetat și trimis către depozite sau magazine.

Procesul de creare a discurilor DVD diferă prin faptul că acestea pot avea mai multe straturi. În prezent, pentru fiecare strat este creat un disc master separat. Straturile sunt ștanțate separat, fiecare având jumătate din grosimea unui disc întreg. Cele două straturi sunt apoi lipite cu un adeziv transparent special.

Teoretic, discurile pot avea orice dimensiune, iar stabilirea unui standard este un exercițiu practic. Dimensiunea este legată de timpul de redare. Cu cât discul este mai mare, dacă toți ceilalți factori rămân constanți, cu atât sunt stocate mai multe date. Dacă vreți să stocați mai multe date, un disc mai mare este tentant. Pe de altă parte, un disc de dimensiunea unei piscine nu poate fi pe placul nimănui, cu excepția producătorului de materiale plastice. De asemenea, reducerea dimensiunii fiecărui bit din codul digital

înregistrat poate crește capacitatea unui disc, dar posibilitățile tehnologice practice limitează dimensiunea minimă a unui bit. În încercarea de stabilire a unui standard, inginerii au fost nevoiți să facă un compromis între comoditatea unui disc de dimensiuni mici, densitatea de stocare maximă și cantitatea de informație pe care își propuneau să o stocheze.

La sfârșitul anilor '70, atunci când Philips și Sony dezvoltau sistemul CD, densitatea maximă de stocare permisă de tehnologia curentă era de aproximativ 150 MB pe inci pătrat. Capacitatea de stocare aleasă ca țintă – aproximativ 70 de minute pe o față a discului, adică suficient pentru înregistrarea Simfoniei a noua a lui Beethoven – a dictat o capacitate totală de aproximativ 650 MB, la rata de înregistrare a datelor aleasă (care, la rândul ei, era un compromis între cerințele de stocare a datelor și calitatea sunetelor). Ca rezultat, inginerii au ajuns la concluzia că un disc de 120 de milimetri (aproximativ 4,6 inci) este un compromis ideal. Un disc drăguț de numai 100 milimetri ar fi fost prea puțin pentru Beethoven.

Pentru aplicațiile portabile, inginerii au creat un alt disc standard, de numai 80 de milimetri (aproximativ 3,1 inci). După placare și acoperirea cu stratul de plastic protector, CD-urile de ambele dimensiuni au o grosime de aproximativ 1,2 milimetri (0,05 inci).

Aceleași dimensiuni au fost păstrate și pentru DVD. Această soluție permite ca echipamentele folosite pentru ștanțarea CD-urilor, cu modificări minore, să fie utilizate și pentru DVD.

Mediul DVD diferă de CD-urile convenționale prin faptul că discurile pot folosi ambele fețe pentru înregistrarea datelor, iar fețele pot avea mai multe straturi. Așa cum am menționat anterior, în tehnologia curentă discurile DVD sunt fabricate din două piese, fiecare cu o grosime de 0,6 milimetri, care sunt apoi lipite. Dacă cele două piese sunt lipite spate în spate, se obține un disc cu două fețe. Dacă sunt lipite una peste alta, se obține un disc cu o singură față, dar cu două straturi. Cea de-a doua configurație permite redarea ambelor suprafețe înregistrate, fără întoarcerea discului.

Standardele DVD definesc opt tipuri de discuri, în funcție de dimensiune, număr de fețe și număr de straturi. Tabelul 12.1 prezintă diferitele standarde DVD și capacitățile de stocare corespunzătoare acestora.

**Tabelul 12.1** Tipuri și capacități definite de standardul DVD

| *Nume* | *Diametru* | *Capacitate* | *Fețe* | *Straturi* |
|---|---|---|---|---|
| DVD-1 | 8 cm | 1,36 GB | 1 | 1 |
| DVD-2 | 8 cm | 2,48 GB | 1 | 2 |
| DVD-3 | 8 cm | 2,72 GB | 2 | 1 |
| DVD-4 | 8 cm | 4,95 GB | 2 | 2 |
| DVD-5 | 12 cm | 4,38 GB | 1 | 1 |
| DVD-9 | 12 cm | 7,95 GB | 1 | 2 |
| DVD-10 | 12 cm | 8,75 GB | 2 | 1 |
| DVD-18 | 12 cm | 15,9 GB | 2 | 2 |

Versiunile inițiale respectă standardul DVD-5. Acest format a fost adaptat la cerințele industriei de videocasete și filme, permițând stocarea pe un singur disc a unui film standard produs de Hollywood. Totuși, spre deosebire de videocasete, filmul va avea

imagini de calitate digitală și nu doar sunet stereo, ci pe opt canale. Deoarece costul de copiere a unui DVD reprezintă doar o fracțiune din cel pentru o videocasetă, industria software va trece cât mai repede posibil la noul mediu de stocare. Ținând seama de faptul că diferențele de calitate (atât sunet, cât și imagine) sunt ușor de sesizat, nici consumatorii nu vor avea nevoie de prea multe încurajări.

Formatul DVD permite unității de disc să citească cele două straturi în cele două moduri, stabilite la înregistrarea discului. Pistele PTP (parallel tracking path) sunt citite în *paralel*. Unitatea citește cele două straturi în paralel, aproape în același timp. În practică, este posibil ca straturile să conțină același material în două formate – de exemplu, imagine cu raport standard între dimensiuni și imagine pentru ecran lat – permițându-vă să treceți instantaneu de la unul la altul. Pistele OTP (opposite tracking path) sunt citite secvențial. Unitatea citește un strat până la sfârșit, apoi schimbă sensul de deplasare și citește al doilea strat în direcția *opusă*. Pentru a reduce la minim timpul pierdut atunci când capul de citire își schimbă direcția, unitatea citește stratul de jos începând dinspre interior către exterior, apoi citește celălalt strat începând din exterior către interior. Discurile care folosesc piste OTP sunt numite uneori discuri *cu strat dublu și spirală inversată* (reverse-spiral dual-layer – RSDL). Unii producători le preferă, deoarece oferă un timp mai lung de redare (aproape) continuă.

Primele discuri DVD erau, în majoritate, discuri DVD-10 cu două fețe și un singur strat, de obicei conținând un film în format normal pe o parte și în format pentru ecran lat pe cealaltă parte. Un motiv era faptul că unitățile capabile să citească discuri cu două straturi aveau nevoie de dezvoltări suplimentare și faptul că toate unitățile pot să citească discuri cu două fețe, cu condiția întoarcerii discului pe partea cealaltă.

O unitate DVD modernă diferențiază straturile separate ale unui disc cu straturi multiple prin focalizarea selectivă. Pentru citirea stratului de jos, unitatea focalizează fasciculul laser direct pe marcajele acestuia. Pentru citirea stratului de deasupra, unitatea face focalizarea pe acest strat, prin stratul semitransparent de jos. Distanța dintre cele două straturi, de 20 până la 70 de microni, este suficientă pentru separarea acestora prin focalizarea diferențiată. Atunci când fasciculul laser al unității DVD nu este concentrat pe un strat de înregistrare, suprafața scanată este prea mare pentru a reprezenta o informație înregistrată.

Discurile DVD cu patru straturi, care au două straturi pe fiecare față, necesită un proces de fabricare ce nu a fost încă pus la punct. Cele două straturi sunt scrise simultan pe cele două jumătăți ale discului, care sunt apoi lipite pentru crearea discului complet.

## Materialele

Materialele folosite pentru discurile numai pentru citire, înregistrabile (recordable) și cu rescriere (rewritable) sunt diferite, deoarece fiecare sistem se bazează pe alte principii fizice. Mediile numai pentru citire se bazează pe reproducerea mecanică rapidă a discurilor. Mediile înregistrabile au nevoie de un material cu o singură folosire și durată mare de viață. Mediile cu rescriere au nevoie de un material care să permită trecerea ciclică între stări, astfel încât să poată fi șterse și refolosite.

### Discurile numai pentru citire

Orice CD este un sandviș cu trei straturi. Partea cea mai masivă a discului este un substrat de plastic policarbonat transparent, numit *purtătoare (carrier)*. Acesta este produs din materialul injectat în presa de ștanțare; mașina strivește un glob de plastic cald și gravează spirala cu adâncituri, codificând datele digitale pe una dintre suprafețele

discului de plastic. Stratul de aluminiu care face ca discul să reflecte lumina (cu excepția punctelor care au fost săpate prin gravare) este placat prin vaporizare, până la o grosime de aproximativ o zecime de micron. Pentru protejarea aluminiului împotriva oxidării (care ar duce la înnegrirea discului și ar face modelele de biți imposibil de citit), acesta este acoperit de un strat de lac cu o grosime de aproximativ 200 de microni.

Laserul unității de disc citește fața *reflectantă* a discului. Aceasta înseamnă că laserul citește prin substratul transparent, ajungând la stratul placat cu aluminiu. Eticheta discului este imprimată pe stratul de lac protector. Rețineți că stratul de lac este de aproximativ o mie de ori mai subțire decât substratul purtător de pe partea reflectantă. Ca urmare, un compact disc este mai expus la deteriorare pe partea cu eticheta. Deși o zgârietură pe această parte poate să nu împiedice citirea discului, ar putea permite aerului să pătrundă la stratul de aluminiu, oxidându-l și distrugând discul.

Discurile DVD multistrat sunt construite similar, exceptând faptul că substratul de policarbonat are grosimea de două ori mai mică. Discurile cu două fețe și două straturi sunt formate prin lipirea a două astfel de discuri. Discurile DVD-5 (o singură față și un singur strat) sunt produse prin lipirea unui disc fals cu grosime înjumătățită în spatele stratului activ. În ambele cazuri, stratul de plastic protector din centrul discului este înlocuit cu un adeziv de plastic transparent, care sigilează ermetic stratul de aluminiu de pe jumătatea de jos a discului și lipește de acesta jumătatea de sus.

În comparație cu discurile audio clasice de vinil sau cu discurile magnetice, discurile CD și DVD reprezintă un mediu de stocare cu durată de viață mai mare și imun la cei mai mulți factori externi. Stratul protector de plastic transparent rezistă la torturile fizice (de fapt, compact-discurile și discurile DVD cu o singură față sunt mai vulnerabile la zgârieturi pe partea cu eticheta decât pe partea scanată de fasciculul laser de redare). Adânciturile formate pentru stocarea datelor sunt ascunse în straturile interioare ale discului și nu sunt atinse decât de razele de lumină – nu se uzează niciodată și nu apar erori decât dacă zgâriați discurile intenționat sau din greșeală (de exemplu, frecându-le unul de altul atunci când nu le țineți în casetele de plastic). Deși tehnicile de corectare a erorilor împiedică manifestarea acestora în datele citite, o zgârietură gravă poate împiedica citirea discului. Deși dimensiunile de codare mai mici folosite de sistemul DVD pentru stocarea datelor sunt mai vulnerabile (o zgârietură poate să distrugă mai multe date stocate), sistemul DVD are, pentru compensare, metode mai robuste de corectare a erorilor.

## Discurile înregistrabile

Discurile folosite de înregistratoarele de CD-uri diferă în două moduri de discurile folosite de un CD player – în afara faptului că nu conțin nimic atunci când ies din fabrică. Discurile CD-R au o suprafață care poate fi înregistrată, ceva care poate fi modificat de fasciculul laser al înregistratorului de CD-uri pentru scrierea datelor. Această suprafață este un strat suplimentar de vopsea pe discul CD-R. De asemenea, CD-urile înregistrabile au permanent ștanțată pe suprafață o spirală de formatare.

Ca și alte CD-uri, discurile înregistrabile au în partea de jos un strat protector, transparent, din plastic policarbonat, care oferă rezistență discului. Discul de policarbonat este acoperit de un strat subțire care reflectă fasciculul laser emis de unitatea CD, astfel încât acesta să poată fi detectat de unitate. Între stratul reflectant și lacul protector care acoperă în mod normal discul, discurile CD-R au încă un strat special de vopsea. Această vopsea este fotoreactivă și își schimbă reflectivitatea ca răspuns la energia puternică a razei laser folosită de înregistratoarele de CD-uri. Figura 12.1 prezintă o secțiune transversală a unui disc CD-R tipic.

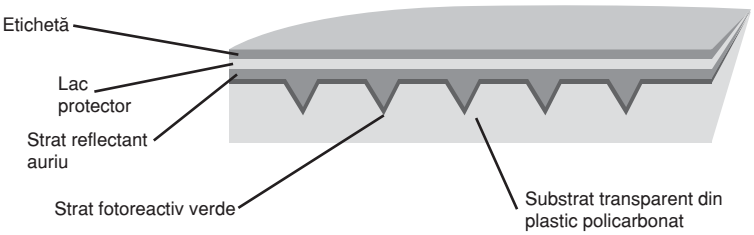



**FIGURA 12.1**
*Secțiune transversală printr-un mediu CD înregistrabil care folosește vopsea bazată pe cianine (nu la scala reală).*

Mediile CD-R înregistrează informațiile prin arderea stratului de vopsea de pe disc. Prin creșterea puterii laserului la 4-11 miliwați, acesta încălzește stratul de vopsea până la aproximativ 250 de grade Celsius. La această temperatură, stratul de vopsea se topește, iar plasticul din substrat se extinde, luând locul vopselii și formând pe disc o adâncitură care nu reflectă lumina.

Pentru vopselele fotoreactive care formează stratul special al discurilor CD-R sunt folosiți în general trei compuși. Aceștia sunt diferențiați cel mai bine după culoare: verde, auriu și albastru.

**Verde.** Vopseaua folosită de discurile CD-R verzi se bazează pe un compus cianinic. Compusul fotoreactiv a fost pus la punct de compania Taiyo Yuden și a fost folosit pentru primele discuri CD-R, inclusiv pentru cele folosite în timpul dezvoltării standardelor CD-R. Chiar și acum, discurile CD-R verzi sunt considerate cele mai permisive privind variațiile de energie ale fasciculului laser în timpul proceselor de citire și scriere. Se consideră că stratul de vopsea verde este suficient de rezistent pentru a oferi CD-urilor înregistrate o viață de 75 ani. În afară de Taiyo Yuden, discurile CD-R verzi sunt sau au fost produse și de alte companii, printre care Kodak, Ricoh, TDK și Verbatim.

**Auriu**. Discurile CD-R aurii folosesc o vopsea ftalocianinică, creată de firma Mitsui Toatsu Chemicals. Principalul avantaj al discurilor aurii față de discurile verzi este durata de viață mai mare, deoarece vopseaua este mai puțin sensibilă la efectul luminii ambientale. Pe o rochie sau o cămașă, culoarea ar fi mai rezistentă. Se consideră că discurile CD-R au o durată de viață de aproximativ 100 de ani. De asemenea, unii consideră că discurile aurii sunt mai bune pentru înregistrarea la viteze mari (2x sau 4x) decât discurile verzi. Mitsui Toatsu și Kodak produc cele mai multe discuri CD-R aurii.

**Albastru**. Cel mai recent tip de vopsea folosit pentru CD-uri este de culoare albastră, acesta fiind rezultatul aplicării unei cianine pe un substrat format dintr-un aliaj de argint. Acesta este un material de proprietar, brevetat de Verbatim. Conform unor rapoarte, stratul de vopsea albastră este mai rezistent la efectele radiației ultraviolete decât vopselele verzi sau aurii și permite producerea unor discuri mai fiabile și cu mai puține erori.

Unii producători folosesc mai multe straturi de vopsea, uneori chiar bazate pe substanțe diferite. Discurile CD-R cu straturi multiple sunt deseori descrise sub forma verde-verde, auriu-auriu sau verde-auriu, în funcție de combinația straturilor de vopsea.

În plus, și culoarea stratului reflectant al discului poate varia. Acest strat poate fi argintiu sau auriu, ceea ce afectează subtil aspectul stratului de vopsea.

Ar trebui să nu existe nici o diferență funcțională între diferitele culori ale discurilor CD-R; toate au aceeași culoare pentru fasciculul laser monocromatic al unei unități de

CD-ROM, care are lungimea de undă de 780 de nanometri. Deși toate materialele folosite pentru discurile CD-R generează modificări optice aproximativ în aceeași măsură, în practică pot apărea unele diferențe de funcționare. Unele unități de CD-ROM pot avea sensibilități diferite față de materialele folosite pentru discurile CD-R și, ca rezultat, vor citi corect numai anumite culori. Totuși, nu există o regulă generală care să specifice culoarea cea mai potrivită pentru un anumit tip de echipamente hardware. Mai mult, vopselele se comportă diferit atunci când sunt iluminate cu laserele de 680 de nanometri ale sistemelor DVD și este posibil ca discurile să nu poată fi citite de unitățile de DVD din prima generație. Cea mai bună strategie este să determinați culoarea care corespunde cel mai bine echipamentelor pe care le aveți și să rămâneți la aceasta.

Indiferent de vopseaua folosită, mediul CD-urilor înregistrabile este mai puțin durabil decât CD-urile ștanțate. Acestea trebuie păstrate cu mai multă grijă. CD-urile înregistrate sunt fotosensibile, așa că nu trebuie să le expuneți direct la lumina soarelui sau la alte surse puternice de lumină. Riscul de deteriorare crește cu durata de expunere. Deseori, partea cu eticheta a CD-urilor înregistrabile este protejată doar de un strat subțire de lac. Acest strat poate fi deteriorat de diferiți solvenți, cum ar fi acetona (folosită pentru îndepărtarea lacului de unghii) sau alcoolul. Multe marcatoare conțin astfel de solvenți în cerneală, așa că nu este recomandat să folosiți aceste instrumente pentru marcarea CD-urilor înregistrabile. Principalul pericol îl reprezintă așa-numitele marcatoare permanente, ușor de recunoscut după mirosul puternic al solvenților. Marcatoarele de tip stilou folosesc de obicei cerneală pe bază de apă, care nu afectează suprafețele CD-urilor. Nu folosiți stilouri, pixuri, creioane sau alte instrumente de scris cu vârfuri ascuțite, deoarece acestea pot zgâria stratul de lac, deteriorând mediul de stocare a datelor.

Cea mai sigură metodă de identificare a unui CD înregistrat este folosirea unei etichete fabricate special în acest scop. Nu este recomandată folosirea altor etichete, deoarece acestea pot conține solvenți care atacă suprafața lăcuită a CD-ului. De asemenea, etichetele mai mari pot dezechilibra discul, făcând dificilă citirea acestuia de către unele unități de CD. În orice caz, după ce lipiți o etichetă pe un CD, nu încercați să o dezlipiți. În urma acestei operații, s-ar putea să distrugeți stratul de lac protector și să deteriorați mediul de stocare a datelor.

## CD cu ștergere/rescriere

Sistemul CD-RW se bazează pe mediile *cu schimbare de stare* (phase change). Aceasta înseamnă că stratul reflectant al discului este făcut dintr-un material cu reflectivități diferite în stările amorfă și cristalină. Cel mai obișnuit mediu este un aliaj de antimoniu, indiu, argint și teluriu, care are o culoare argintie.

În stare cristalină, mediul are o reflectivitate de aproximativ 15-25%. În stare amorfă, reflectivitatea scade cu câteva procente – suficient pentru ca schimbarea să poată fi detectată de sistemul de citire bazat pe laser.

În cazul unui disc gol, întreg mediul reflectant este în stare cristalină. Pentru înregistrarea datelor, unitatea de disc crește puterea fasciculului laser la 8-15 miliwați și încălzește mediul peste punctul de topire (500-700 grade Celsius). Operația este simplă și echivalentă cu procesul de scriere a discurilor CD-R, exceptând puterea diferită a laserului.

Ștergerea discului complică procesul. Pentru ștergerea completă a discului și readucerea acestuia în stare cristalină, discul trebuie să fie trecut printr-un proces de călire. Stratul reflectant este încălzit până la aproximativ 200 de grade Celsius și ținut la această temperatură până când materialul se recristalizează. Pentru un disc întreg, acest proces

durează aproximativ 37 de minute. Ștergerea „din zbor" a discului este posibilă prin călirea selectivă a unor zone mici, folosind un laser de putere moderată. Suprafețele călite trebuie să fie rescrise folosind un laser cu putere mai mare.

## Formatul fizic

Mediul asigură un spațiu pentru stocarea informațiilor, dar pentru obținerea unui sistem de stocare complet este nevoie de ceva mai mult. Este nevoie de o metodă standardizată pentru organizarea informațiilor. Această organizare poate avea mai multe niveluri – un nivel fizic și unul sau mai multe niveluri logice. Formatul sau nivelul fizic determină densitatea de stocare a informațiilor pe mediu și modul de acces la acestea. Nivelul logic determină modul de adresare și de folosire a informațiilor.

Formatul fizic al discurilor CD și DVD are o caracteristică în comun cu hard-discurile și cele mai multe medii de stocare bazate pe discuri: informațiile sunt organizate pe arce lungi *în jurul* discurilor. Dar în timp ce hard-discurile și dischetele organizează aceste arce în piste concentrice, discurile CD și DVD transformă arcele într-o spirală lungă. Ca rezultat, CD-urile nu au piste ca hard-discurile, ci au o singură pistă continuă. Discurile DVD au piste multiple, dar o singură pistă pe fiecare strat.

Diferența este dată de faptul că hard-discurile sunt proiectate ca medii cu acces aleatoriu. Discurile CD și DVD sunt proiectate pentru accesul secvențial. CD-ul a fost optimizat pentru a stoca muzică, care înseamnă, de obicei, un flux de date continuu și neîntrerupt. Discul DVD a fost optimizat pentru a stoca date video, care au nevoie tot de un flux continuu și neîntrerupt. Prin scanarea unei singure piste spiralate, mecanismul de citire nu se oprește niciodată ca să sară la o nouă poziție. Atâta timp cât urmează pista, capul de citire se află acolo unde este nevoie.

Discurile CD și DVD se deosebesc de hard-discuri și de dischete și prin faptul că nu se rotesc cu o viteză constantă. Unitățile își modifică viteza de rotație astfel încât să citească același număr de puncte de aceeași dimensiune în orice perioadă dată. În limbaj tehnic, hard-discurile și dischetele se rotesc cu *viteză unghiulară constantă*. În orice perioadă de timp dată (o milisecundă, de exemplu), discul se rotește cu același unghi. Discurile CD și DVD sunt medii cu *viteză liniară constantă*. În orice perioadă de timp dată, discul se rotește astfel încât aceeași lungime de pistă trece pe lângă mecanismul de citire. Ca rezultat, atunci când citirea se face mai aproape de centrul discului, unde diametrul este mai mic, discul trebuie să se rotească mai repede pentru a trece prin dreptul mecanismului de citire aceeași lungime de pistă.

Viteza liniară reală folosită de sistemul CD original era de 1,2 metri pe secundă. Ca urmare, viteza de rotație a discului varia de la 400 RPM (rotații pe minut) pentru marginea interioară la 200 RPM pentru marginea dinspre exterior. Unitățile cu viteză mai mare, despre care vom discuta mai târziu, folosesc multipli ai acestor viteze. Conform standardului Digital Versatile Disc, un disc cu un singur strat se rotește cu o viteză liniară de 3,49 metri pe secundă. Ca urmare, viteza de rotație a discului variază de la 600 RPM pentru marginea exterioară la 1200 RPM pentru marginea interioară a zonei de stocare. Discurile cu mai multe straturi se rotesc cu o viteză puțin mai mare, de 3,68 metri pe secundă. Deși unitățile DVD din calculatoare se pot roti și la viteze mai mari, echipamentele DVD de redare destinate sistemelor video sunt blocate la această viteză.

La fiecare rotire a discului, pista avansează către exteriorul discului cu un pas numit distanță de pistă (*track pitch*). Pentru CD-uri, această distanță este de aproximativ

1,6 microni. Adâncimile individuale care codifică fiecare bit de date au o lungime de cel puțin 0,83 microni. Rata brută de transfer al datelor pentru un sistem CD cu viteză simplă este de 4,3218 megabiți pe secundă. În forma originală, de dispozitiv de redare audio, productivitatea reală era de 150 kilooctei pe secundă (1,2 Mbiți/sec), după demodulare, decodare, corectarea erorilor și formatarea semnalului brut.

În cazul sistemelor DVD, stocarea este considerabil mai densă. Cel mai important este că toate dimensiunile pot fi mai mici, deoarece sistemul DVD folosește un fascicul laser cu lungime de undă mai mică, adică 650-680 de nanometri, în comparație cu laserul de 780 de nanometri folosit pentru CD-uri. Distanța standard între piste măsoară 0,74 microni. Pe discurile cu un singur strat, adâncimile care codifică biții de date au lungimea de aproximativ 0,40 microni. Pe discurile cu două straturi, acestea măsoară 0,44 microni. Rata de transfer de bază pentru sistemele DVD este de 26,16 megabiți pe secundă. Scăzând informațiile suplimentare se obține o rată reală de aproximativ 11,08 megabiți pe secundă. Tabelul 12.2 prezintă formatul fizic pentru sistemele CD și DVD.

**Tabelul 12.2** Formate fizice pentru discurile CD și DVD

| | *CD* | *DVD cu un singur strat* | *DVD cu două straturi* |
|---|---|---|---|
| Diametrul discului | 120 sau 80 mm | 120 sau 80 mm | 120 sau 80 mm |
| Distanța între piste | 1,6 microni | 0,74 microni | 0,74 microni |
| Viteza standard de citire | 1,2 m/sec | 3,49 m/sec | 3,68 m/sec |
| Lungimea minimă a adâncimilor pentru date | 0,83 microni | 0,4 microni | 0,44 microni |
| Lungimea de undă a laserului | 780 nm | 680 nm | 680 nm |
| Rata de citire de bază | 4,3218 Mbiți/sec | 26,16 Mbiți/sec | 26,16 Mbiți/sec |

Discurile goale CD-R și CD-RW (ca și DVD-urile echivalente) au deja înscris un format fizic. Fiecare disc are deja o pistă spiralată continuă la distanța standard (1,6 microni pentru CD-uri). În plus, această pistă are o unduire cu o perioadă de 22,05 kilohertzi și o deplasare de 0,3 microni. Aceasta înseamnă că peste spirala continuă este suprapusă o formă S. Unitatea de CD detectează această unduire și o folosește pentru a controla viteza de rotație a discului. Unduirea este modulată în frecvență cu un semnal de un kilohertz, care furnizează unității o referință de timp absolută.

## Unitățile

Sutele sau miile de megaocteți de pe discurile CD sau DVD pe care le aveți ar fi inutile fără un mijloc de citire. Acest mijloc este unitatea de disc optică. O unitate de CD sau de CD-ROM vă oferă numai accesul la CD-uri, audio sau cu date. Toate unitățile DVD pot să citească atât CD-uri, cât și DVD-uri, deși primele unități nu puteau să citească multe dintre discurile scrise în unități CD-R sau CD-RW.

Ținând seama că diferențele de preț între unitățile de CD și DVD încep să dispară, aveți puține motive să cumpărați o unitate de CD. O unitate de DVD va face tot ce poate să facă și o unitate de CD (și probabil mai bine). Performanțele și compatibilitatea nu mai sunt o problemă. Ca urmare, o unitate de DVD este opțiunea preferată pentru orice PC nou.

Toate unitățile de disc optice din PC-uri pot să redea și CD-uri audio. Standardele multimedia cer ca unitățile din PC-urile multimedia să aibă pe panoul frontal o mufă

jack pentru căști și control de volum. De asemenea, toate unitățile trebuie să aibă pe panoul din spate un conector audio pentru legarea la placa de sunet. Acest conector furnizează semnal audio analogic – adică sunetul de pe un disc care a fost deja decodat din formatul digital original. În plus, unitățile au interfețe standard pentru stocarea masivă (de obicei AT Attachment sau SCSI) pentru trimiterea datelor digitale către PC.

Teoretic, prin această conexiune puteți să obțineți date audio digitale. Unitățile diferă prin posibilitățile pe care le au pentru furnizarea semnalelor audio utile în formă digitală – o caracteristică numită *extragere audio digitală* (DAE – digital audio extraction). De exemplu, dacă vreți să preluați o pistă de pe un CD audio ca să o convertiți într-un fișier MP3, aveți nevoie de o unitate care permite extragerea audio digitală. Cele mai multe unități SCSI tratează operațiile DAE mai bine decât unitățile AT Attachment, deși unitățile ATA s-au îmbunătățit substanțial în ultimii ani din acest punct de vedere. Dacă doriți să lucrați cu informații audio în formă digitală de pe CD-uri, este recomandat să căutați o unitate cu suport DAE.

Spre deosebire de unitățile de DVD pentru PC-uri, echipamentele DVD de uz casnic dedicate au mufe video. Circuitele necesare pentru decomprimarea datelor video sunt prea complexe pentru a fi integrate în unitățile de DVD din generația actuală. Pentru redarea video, cititorul DVD trebuie să fie conectat la un *decodor MPEG*, care este instalat, de obicei, într-un slot de extensie și este conectat direct la sistemul video al PC-ului.

Aproape toate unitățile de disc optice încap într-un compartiment standard destinat unităților de 5,25 cu jumătate din înălțimea standard. Discurile în sine sunt prea mari pentru a încăpea într-un compartiment de 3,5 inci. Unitățile pentru calculatoarele notebook sunt de obicei mai subțiri, deseori nedepășind înălțimea unei unități de dischetă. Unitățile de disc optice moderne folosesc *încărcarea cu sertar*, ceea ce înseamnă că puneți discul într-un sertar care iese din unitate. Cu alte cuvinte, unitățile moderne nu vă cer să puneți discul într-un suport special de protecție (*caddy*).

La începutul istoriei unităților de CD, erau folosite trei tipuri de suporturi, dar puținele unități care mai folosesc suporturi s-au orientat în prezent către unul dintre acestea. Cea mai cunoscută formă era folosită de unitățile Denon, Hitachi, de unele unități Matsushita, Sony, Toshiba și de unitățile NEC mai noi. Acest model a supraviețuit. Suportul seamănă cu o dischetă de 3,5 inci, fiind prevăzut cu un oblon de metal, care culisează pentru a permite mecanismelor optice accesul la suprafața discului. Pentru a permite introducerea unui disc, suportul se deschide la capătul din partea opusă oblonului metalic, prin apăsarea unor clapete.

Celelalte două tipuri de suporturi au dispărut de pe piață. Suportul creat de Philips era făcut din plastic fumuriu și se deschidea apăsând două clapete. Discul era prins în interior de cleme mari de plastic. Al treilea tip de suport era folosit de vechile unități NEC CDR-77/88.

Unii utilizatori cumpără un suport pentru fiecare disc, datorită ușurinței de exploatare și protecției suplimentare oferite de acesta – scăpați cu siguranță de zgârieturi și amprente. Dacă sistemul este folosit de copii și de personalul din birou, care îi acordă mai puțină grijă, folosirea unui suport reprezintă un avantaj, prelungind durata de viață a mediilor optice în care ați investit.

Suporturile simplifică folosirea unităților optice a căror fantă sau sertar este orientat pe verticală. Deși cele mai multe unități cu sertar montate pe verticală nu au probleme la citirea discurilor, încărcarea acestora se poate dovedi dificilă. De obicei, sertarele

unităților au cleme retractabile care împiedică alunecarea discurilor în timpul încărcării. Totuși, ajustarea și folosirea acestor cleme este mai mult o artă decât o știință.

## Viteza

Atunci când Philips și Sony au propus sistemul Compact Disc, memoria era scumpă, iar PC-urile erau rezervate numai pentru pasionați. Sistemele de redare trebuiau să citească datele audio de pe discuri cu viteza de redare. Vitezele mai mari erau irelevante. Totuși, după ce PC-urile au adoptat sistemul CD, viteza audio a devenit o piedică. Viteza CD-urilor audio era mai mică decât a unei dischete moderne, iar dischetele erau mult prea lente.

Datele, spre deosebire de muzică, nu trebuie să respecte limitele redării în timp real. Nu a durat mult până când inginerii au profitat de soluția simplă oferită de accelerarea unităților de CD conectate la PC-uri. Au făcut ca discurile să se rotească din ce în ce mai repede. De la începuturi umile, care dublau viteza CD-urilor audio obișnuite, s-a ajuns la viteze de 50 de ori mai mari.

Producătorii de unități descriu viteza echipamentelor folosind factorul „x“. Viteza de bază a unei unități audio CD este 1x. O unitate 2x are o viteză de două ori mai mare. O unitate 12x se rotește de 12 ori mai repede, și așa mai departe.

După 12x, vitezele de rotație ale CD-urilor au devenit uluitoare. Atunci când citește din partea interioară a discului, o unitate 12x ajunge la aproximativ 4800 RPM. La marginea exterioară, discul se rotește cu o viteză de două ori mai mică. Factorii mai mari (20x, 36x sau 50x, de exemplu) implică viteze comparabil mai mari. Nu numai că rotirea discului cu această viteză este o problemă, dar și modificarea vitezei între porțiunile interioare și exterioare ale discului poate fi dificilă și consumatoare de timp. Necesitatea schimbării vitezei poate în realitate să crească timpul de acces aleatoriu.

În aplicațiile pentru date, viteza constantă nu este necesară. Cu imaginația caracteristică, producătorii de unități au pus la punct unități de CD cu viteză de rotație constantă care, cu logica specifică pieții calculatoarelor, sunt cunoscute sub numele de *unități cu viteză variabilă*. Deși viteza de rotație este constantă, rata de transfer al datelor este variabilă, fiind de două ori mai mare la marginea exterioară a discului față de marginea interioară. Factorul x al unității se modifică în funcție de rata de transfer al datelor.

Așa cum s-ar aștepta orice cinic, producătorii de unități indică, invariabil, viteza *cea mai mare* pe care o pot furniza unitățile cu viteză variabilă. În practică, unitățile nu ating aproape niciodată această viteză. Discurile sunt scrise astfel încât să fie citite dinspre interior către exterior – adică începând din punctul în care viteza de citire este minimă. Viteza maximă este obținută numai pe marginea exterioară a discului. Deoarece cele mai multe discuri nu sunt complet scrise cu date, unitățile nu ajung niciodată destul de departe pe disc ca să atingă viteza maximă. Producătorii care țin la reputație au început să descrie unitățile cu viteză variabilă indicând atât viteza maximă, cât și viteza minimă, cum ar fi 12/24x.

Pe de altă parte, unitățile cu viteză variabilă au un avantaj în privința accesului aleatoriu. Deoarece discurile se rotesc cu viteză constantă, nu trebuie să așteptați ca unitatea să își modifice viteza atunci când vreți să ajungeți într-un anumit punct al discului.

Rețineți, de asemenea, că unitățile cu viteză mare impun și o întârziere la acces. Unitățile evaluate cu viteze mai mari au nevoie de mai mult timp ca să ajungă la viteza de rotație corespunzătoare. Aceasta înseamnă că trebuie să așteptați mai mult timp după ce

introduceți un disc în unitate înainte de a-l putea citi. Problema este mai gravă în cazul calculatoarelor portabile, care opresc rotirea discurilor după aproximativ un minut, pentru economisirea energiei. De fiecare dată cât unitatea este oprită, trebuie să așteptați până când aceasta ajunge la viteza corespunzătoare înainte de a putea citi discul.

Factorul x pentru unitățile de DVD nu este același cu al unităților de CD. Ca și în cazul CD-urilor, evaluarea vitezei unităților de DVD se face pornind de la rata de transfer al datelor folosită pentru sistemele DVD video. Viteza liniară a sistemului DVD este de aproximativ 2,98 ori mai mare decât viteza liniară a unităților de CD. Dar circuitele electronice ale unității nu țin seama de viteza liniară, ci se bazează pe rata de transfer al datelor. Formatul datelor este mai permisiv în cazul CD-urilor decât în sistemele DVD. Lungimea minimă a adâncițurilor, de exemplu, este de 0,83 microni pentru CD și de numai 0,4 pentru DVD. Pentru o anumită rată de transfer al datelor, un CD trebuie să se rotească de două ori mai repede decât un DVD, viteza de citire de bază pentru DVD fiind de 26,16 Mbiți/sec. Adăugând viteza liniară mărită la dimensiunile caracteristice și la rata de transfer al datelor, rezultă că o unitate de DVD 1x este cam de șase ori mai rapidă decât o unitate de CD 1x. Ca urmare, un „x" pentru DVD este echivalent cu aproximativ șase „x" pentru CD. Tabelul 12.3 prezintă o comparație între câteva viteze ale unităților de CD și DVD (presupunând că rata de transfer al datelor este constantă).

**Tabelul 12.3** Comparație între factorii de viteză pentru unitățile de CD și DVD

| *Factor CD* | *Factor DVD* | *Rata brută de transfer al datelor* |
|---|---|---|
| 1x | 0,17x | 4,32 Mbiți/sec |
| 2x | 0,33x | 8,64 Mbiți/sec |
| 4x | 0,67x | 17,3 Mbiți/sec |
| 6x | 1x | 26,2 Mbiți/sec |
| 12x | 2x | 52,4 Mbiți/sec |
| 18x | 3x | 78,6 Mbiți/sec |
| 20x | 3,3x | 86,4 Mbiți/sec |
| 24x | 4x | 105 Mbiți/sec |
| 30x | 5x | 131 Mbiți/sec |
| 36x | 6x | 157 Mbiți/sec |
| 40x | 6,7x | 173 Mbiți/sec |

Deoarece sistemul de codare folosit de unitățile de DVD este mai eficient decât cel al CD-urilor, o unitate de DVD extrage mai multe informații la aceeași rată brută de transfer al datelor. Rata de transfer utilă a unei unități de DVD 1x care *citește un disc DVD* este de aproximativ nouă ori mai mare decât cea a unei unități de CD 1x care *citește un CD.*

În general, o unitate mai rapidă este mai bună – presupunând că acceptați timpul de așteptare mai mare impus de unitățile de disc foarte rapide. Unele produse software au cerințe specifice privind viteza unităților de CD. Cerințele minime de viteză sunt, de obicei, în domeniul 4x-6x. Toate unitățile de CD din PC-urile noi asigură cel puțin 12x, așa că nu ar trebui să întâlniți nici o problemă de compatibilitate software. La fel, viteza de bază a unităților de DVD este suficient de mare pentru cele mai multe aplicații, deși s-ar putea să preferați timpul de încărcare mai mic oferit de o unitate de DVD 4x sau mai rapidă.

Atunci când redați muzică de pe CD sau filme de pe DVD, vitezele mari și factorii x nu au nici o importanță. O unitate mai rapidă nu produce semnale de calitate mai bună din aceste surse izosincrone. Factorii x contează numai atunci când citiți date de pe disc. De exemplu, atunci când redați un CD audio, unitatea funcționează la viteza 1x. Dacă încercați să extrageți date digitale de pe același CD audio ca să creați un fișier MP3, unitatea poate trece la o viteză mai mare – dacă PC-ul poate să prelucreze datele suficient de repede. Nu este necesar ca extragerea datelor să se facă în timp real.

## Timpul de acces

În comparație cu discurile magnetice, toate cititoarele optice de discuri sunt foarte lente. Motivul este masa. Capul de citire al unei unități optice are o masă substanțial mai mare decât mecanismul foarte ușor al hard-discurilor. În locul unui cap delicat de citire/scriere, unitatea de CD sau DVD deplasează pe pistă un ansamblu optic destul de mare. Ansamblul are o masă mai mare care trebuie deplasată, ceea ce înseamnă un timp mai mare necesar pentru poziționarea capului. Ca urmare, unitățile optice au timpi de acces mai mari; dacă o unitate de hard-disc tipică are în prezent un timp mediu de acces de 9 milisecunde sau mai puțin, o unitate optică rapidă are o viteză de zece ori mai mică (cu un timp mediu de acces între 90 și 100 de milisecunde).

Așa cum am menționat anterior, și viteza liniară constantă folosită de unele unități micșorează viteza de acces. Deoarece viteza de rotație a discului variază în funcție de distanța la care se află capul de citire/scriere față de centrul discului, viteza se schimbă atunci când capul se deplasează de pe o pistă pe alta. În cazul muzicii, care, în mod normal, este redată secvențial, aceasta nu este o problemă. Diferența de viteză între două piste alăturate este mică și unitatea se poate adapta foarte repede. Dacă unitatea optică este folosită ca un mecanism cu acces aleatoriu, modificările de viteză devin o problemă. S-ar putea ca unitatea să deplaseze capul de citire de la prima la ultima pistă, ceea ce impune o modificare drastică a vitezei. Inerția discului garantează un timp de așteptare destul de mare pentru accelerare sau decelerare.

## Schimbătoarele de discuri

Pe măsură ce colecțiile de discuri au crescut, ideea schimbătoarelor de discuri folosite pentru sistemele stereo mai vechi a devenit tot mai tentantă. Puteți să încărcați în unitate mai multe discuri la care să aveți acces direct. Nu mai este nevoie să căutați în teancuri de discuri sau de cutii. Puteți să alegeți discurile favorite cu o simplă apăsare de buton. Există deja schimbătoare pentru CD-uri, dar nu și pentru DVD-uri.

Primele schimbătoare pentru discuri CD-ROM erau, de fapt, derivate din cele folosite pentru sistemele stereo. Firma Pioneer a adaptat cartușul propriu de șase CD-uri pentru a fi utilizat de calculatoare, creând primul schimbător de discuri – natural, Pioneer a omologat acest model. De curând, alți producători au creat schimbătoare de discuri care nu au nevoie de cartușe. Ca și în cazul unităților CD cu un singur disc, alegerea între sistemele cu și fără cartușe este o opțiune personală. Ambele tipuri de unități funcționează.

Schimbătoarele de CD-uri funcționează la aceleași viteze ca și unitățile de CD cu un singur disc, deși cele mai rapide unități cu schimbătoare de discuri au rămas cu mult în urma celor mai rapide unități cu un singur disc. În prezent, au devenit ceva obișnuit unitățile cu schimbătoare de discuri 8x. Din nefericire, produsele software nu au urmat dezvoltările schimbătoarelor de CD-uri. Atât aplicațiile, cât și sistemele de operare au probleme privind folosirea unităților cu mai multe discuri.

Cele mai multe drivere alocă o literă de unitate fiecărui disc (sau fiecărei poziții) din schimbătorul de discuri. Ca urmare, un schimbător cu patru discuri va folosi patru litere

de unități. Pentru a obține accesul la un anumit disc din unitate, nu trebuie decât să folosiți litera corespunzătoare.

Totuși, viața nu este atât de ușoară. Cele mai multe aplicații bazate pe CD nu se așteaptă să fie folosite într-un schimbător de discuri și reacționează negativ. Deși unele aplicații continuă să ruleze indiferent de locul din care le încărcați, altele afișează pe ecran o fereastră și vă întreabă în ce unitate ați introdus discul. Unele se comportă chiar mai rău – nu rulează decât într-un anumit slot, cu o anumită literă de unitate. Mai mult, mesajul de eroare nu vă ajută să rezolvați problema. S-ar putea să vă spună că programul nu găsește unitatea, chiar dacă l-ați instalat exact pentru unitatea respectivă. Singura soluție este să găsiți și să folosiți slotul preferat de program.

Sistemul de operare Windows se autodepășește, detectând și testând toate unitățile conectate. Ca rezultat, atunci când Windows începe procesul de încărcare, verifică fiecare slot al schimbătorului de CD și așteaptă ca acesta să ajungă la viteza de lucru. Deoarece accelerarea și decelerarea fiecărui disc durează aproximativ 20 de secunde, testarea întregului schimbător poate adăuga câteva minute bune la timpul deja lung de încărcare a sistemului de operare. În plus, unele drivere pentru schimbătoarele de discuri nu asigură o interfață corespunzătoare cu Windows și nu informează corect sistemul de operare privind schimbarea discurilor. Dacă schimbați un disc fără să închideți programul care îl folosea, sistemul poate fi blocat până când introduceți din nou discul și închideți corect programul respectiv. Mai mult, unele programe înregistrează litera de unitate pentru care au fost instalate. Dacă încercați să folosiți o aplicație dependentă de CD în alt slot decât cel de pe care s-a făcut instalarea, este posibil ca aplicația să nu ruleze.

Desigur, în curând vor apărea pe piață drivere și aplicații care lucrează mai bine împreună. Dar nu uitați că, la fel ca toate tehnologiile noi, schimbătoarele de CD-uri nu sunt perfecte.

## Elementele de control

Aproape toate unitățile de disc optice au pe panoul frontal un buton de scoatere a discului (eject). În urma apăsării acestui buton, unitatea oprește rotirea discului (dacă există un disc în unitate) și scoate sertarul sau suportul CD-ului. La următoarea apăsare a butonului, sertarul este retras în unitate. De obicei, și împingerea ușoară a sertarului are ca efect retragerea acestuia în unitate.

Specificațiile MPC (Multimedia PC) stabilite de Multimedia PC Marketing Council (`http://www.spa.org/mpc`) impun existența unui control pentru volum pe panoul frontal al oricărei unități de CD dintr-un PC multimedia. Acest control este util dacă vă hotărâți să ascultați muzică în timp ce lucrați. Puteți să introduceți căștile în mufa jack de pe panoul frontal (de asemenea impusă de standardele MPC) și să folosiți butonul corespunzător ca să ajustați volumul de redare, independent de programele de control pentru CD rulate pe PC. De obicei, butonul de volum de pe panoul frontal nu controlează semnalul de ieșire de pe conectorul audio aflat în partea din spate a unității de disc.

Unele unități de CD sau DVD au panouri de control extinse, de obicei conținând elemente pentru controlul mișcării, specifice echipamentelor de redare dedicate: stop, derulare înainte și înapoi, salt la pista următoare și la pista anterioară. Deși nu sunt impuse de standarde, aceste elemente de control sunt utile atunci când folosiți unitatea DVD pentru redări video pe un monitor extern.

Cu excepția controlului de volum, toate funcțiile de control de pe panoul frontal (inclusiv scoaterea discului) sunt accesibile prin programe software.

### Compatibilitatea

Unitățile de DVD trebuie să poată reda CD-urile audio care respectă standardul Red Book. (A se vedea următoarea secțiune, „Standarde".) Deși, ca sistem digital care poate citi date de pe un CD-ROM, o unitate de DVD ar putea să fie compatibilă cu orice CD, acest lucru nu este întotdeauna adevărat. Cele mai multe sisteme DVD nu sunt compatibile cu CD-urile interactive care respectă standardul Green Book. Vopseaua folosită pentru multe medii CD-R este invizibilă pentru lungimea de undă a sistemelor DVD, așa că este posibil ca primele unități de DVD să nu poată citi discurile CD-R pe care le înregistrați. Producătorii de unități au adoptat o serie de strategii pentru a permite noilor unități de DVD să citească discurile CD-R. Desigur, diferite medii CD-R folosesc vopsele diferite, așa că este posibil ca unitatea de DVD pe care o aveți să citească numai anumite discuri CD-R. Discurile CD-RW complică problema, deoarece mediul folosit are o reflectivitate mai mică decât a discurilor CD și DVD preînregistrate. Producătorii au inventat o etichetă „MultiRead" prin care vă asigură că unitatea respectivă poate citi medii CD-ROM, CD-R și CD-RW. Deși nu este o caracteristică obligatorie, cele mai multe unități de DVD pot să citească discuri CD-Video (White Book); aceasta nu este o mare realizare tehnică, deoarece unitatea de DVD poate să citească mediul CD, iar circuitele MPEG-2 ale unității recunosc codarea MPEG-1 a discurilor CD-Video. Unitățile de DVD pot să citească datele de pe discurile Enhanced CD, produse conform standardului Blue Book, inclusiv CD-urile muzicale.

## Standarde

Deoarece discurile CD și DVD au fost concepute ca un mediu de distribuție pentru software – prin „software" înțelegându-se, în acest caz, audio pentru CD și video pentru DVD – standardizarea este un aspect de cea mai mare importanță. Fără standarde clare și puternice, nu ați avea siguranța că discul pe care îl cumpărați poate fi redat de unitatea pe care o aveți. Ca urmare, pentru fiecare format de disc există un standard care guvernează fabricarea unităților și a discurilor, astfel încât produsele să fie compatibile.

Standardele Sony-Philips sunt publicate în cărți cunoscute de obicei după culoarea copertelor. Acest mic curcubeu acoperă toate standardele cunoscute în prezent, fiind lărgit de curând (1999) pentru a include și noul standard Super Audio CD. Standardele DVD, promulgate de DVD Forum și publicate de Toshiba, poartă nume mai prozaice, fiind identificate doar prin litere. Cele cinci standarde recunoscute în momentul scrierii acestei cărți guvernează discurile audio, video, de date numai pentru citire, de date cu o singură scriere, de date cu scriere/citire. Tabelul 12.4 prezintă aceste standarde.

**Tabelul 12.4** Standarde pentru CD și DVD

| *Carte* | *Nume* | *Aplicație* | *Standard* |
|---|---|---|---|
| Book A (Cartea A) | DVD-ROM | Distribuție de date | |
| Book B (Cartea B) | DVD-Video | Redări video de consum | |
| Book C (Cartea C) | DVD-Audio | Redări audio de consum | |
| Book D (Cartea D) | DVD-WO (DVD-R) | Stocarea datelor, cu o singură scriere | |

| *Carte* | *Nume* | *Aplicație* | *Standard* |
|---|---|---|---|
| Book E (Cartea E) | DVD-E (DVD-RW) | Stocarea datelor, cu rescriere | |
| Red Book (Cartea roșie) | CD-DA | Redări audio de consum | ISO 10149 |
| Scarlet Book (Cartea stacojie) | SA-CD | Super Audio-CD | În dezvoltare |
| Orange Book (Cartea portocalie) | CD-R, CD-RW | Stocarea datelor, înregistrabile și cu rescriere | |
| Yellow Book (Cartea galbenă) | CD-ROM | Distribuție de date | ISO 10149:1989 (E) |
| Green Book (Cartea verde) | CD-I | CD-uri interactive | |
| Blue Book (Cartea albastră) | CD-Extra, CD-Plus | CD-uri multisesiune ștanțate | |
| White Book (Cartea albă) | CD-V | Redări video de consum | |

Principalul standard DVD este întreținut de Toshiba Corporation. Acesta este pus la dispoziția oricui, dar nu gratuit. Oricine poate obține o copie de la forumul DVD, la adresa `http://www.dvdforum.org`, după ce achită o taxă de 5000$ și semnează un acord de confidențialitate. Standardele cele mai răspândite pentru CD și DVD sunt discutate separat în secțiunile următoare.

Rețineți că formatul original pentru CD-uri era audio. Formatul de date, CD-ROM, a fost elaborat separat, pornind de la parametrii înregistrărilor audio. Pentru DVD, formatul original a fost DVD-ROM, iar prima aplicație, DVD-Video, a fost un subset al formatului DVD-ROM.

# CD-DA

Formatul CD-DA, prescurtarea de la Compact Disc, Digital Audio, este standardizat în Cartea Roșie (Red Book). Aceasta a fost aplicația originală a standardului Compact Disc, stocând informații audio în formă digitală. Numele Red Book se referă la standardul internațional ISO 10149, publicat ca o carte cu coperte roșii, care specifică detaliile referitoare la digitizare și ratele de eșantionare, inclusiv rata de transfer al datelor și tipul exact al modulației în impuls folosite.

Conform standardului, discul CD-DA conține până la 74 de minute de muzică stereo, cu un domeniu de frecvențe echivalent cu al stațiilor radio FM. Limita superioară trece puțin de 15 KHz (în funcție de filtrarea dispozitivului de redare), iar limita inferioară se apropie de zero. Sistemul stochează datele audio cu o rezoluție de 16 biți, astfel încât fiecare nivel analogic poate fi codat cu unul dintre cele 65536 niveluri digitale. În cazul unei codificări liniare, acest număr de niveluri este suficient pentru un domeniu de 96 de decibeli, adică 20log(162). Pentru atingerea limitei superioare de frecvență de 15 KHz, cu filtre de corecție, sistemul folosește o rată de eșantionare de 44,1 KHz.

Conform standardului Red Book, datele digitale sunt restructurate pe blocuri de 24 de octeți, aranjate ca șase eșantioane ale celor două canale stereofonice (fiecare pe 16 biți).

Cei 24 de octeți sunt codați împreună cu informațiile subcanalului și informațiile de control în cei 588 de biți optici ai unui cadru mic, fiecare stocând aproximativ 136 de microsecunde de muzică. 98 de cadre mici sunt grupate pentru a forma un cadru mare, iar 75 de cadre mari formează o secundă de sunet înregistrat.

În sistemele CD-DA, din cadrele mari lipsesc câmpul de sincronizare, antetul și codul de corectare a erorilor, folosite în cazul stocării pe CD-ROM, despre care vom discuta mai târziu. Codurile de corectare a erorilor și informațiile de control sunt incluse în cadrele mici. Informațiile necesare pentru identificarea fiecărui cadru mare sunt împărțite între cei 98 de biți ai subcanalului Q al cadrului mare. Din fiecare cadru mic este folosit bitul subcanalului Q.

Din datele stocate în subcanalul Q, un sector este identificat după momentul de redare (în minute, secunde și cadre, față de începutul discului). Cei 98 de biți ai subcanalului Q, împărțiți între cadrele mici, sunt structurați în nouă părți: un câmp de sincronizare pe doi biți; un câmp de adresă pe patru biți, pentru identificarea formatului datelor din subcanalul Q; un câmp de control pe patru biți, cu mai multe date referitoare la format; un număr de pistă pe opt biți; un număr de index pe opt biți; o adresă pe 24 de biți, cu valori în ordine crescătoare de la începutul pistei (și descrescătoare de la începutul pistei în zona pre-gap); opt biți rezervați; o adresă absolută pe 24 de biți, având ca referință începutul discului; un cod de corectare a erorilor pe 16 biți. Cel puțin nouă din zece cadre mari consecutive trebuie să aibă subcanalul Q organizat în acest mod.

Pentru celelalte sectoare mari, există alte două formate opționale pentru subcanalele Q. Dacă sunt folosite, acestea trebuie să apară cel puțin o dată la fiecare 100 de cadre mari consecutive. Unul este un număr de catalog al discului, care rămâne nemodificat pe toată durata de viață a discului; celălalt este un cod special de înregistrare specific fiecărei piste.

## Super Audio CD

Standardul Scarlet Book tratează formatul Super Audio CD, un hibrid DVD/CD, dezvoltat în colaborare de firmele Philips și Sony, pentru a concura cu formatul DVD-Audio. Folosind tehnologia pe două straturi, acest format combină un strat CD-DA, pentru asigurarea compatibilității cu echipamentele mai vechi, cu un strat de tip DVD, pentru furnizarea unor semnale audio de calitate superioară, bazate pe tehnologia DSD (Direct Stream Digital) de codare, omologată de Sony. Specificațiile formatului au fost publicate în martie 1999.

Sistemul de codare DSD asigură un domeniu de frecvențe până la 100 KHz și un domeniu dinamic mai mare de 120 dB. Deși puțini oameni aud sunete dincolo de 20 KHz, benzile master analogice de calitate înaltă, înregistrate la viteza de 30 de inci pe secundă, conțin deseori informații audio până la 50 KHz. Domeniul extins de frecvențe al sistemului DSD va reduce la tăcere plângerile referitoare la calitatea mai slabă a sunetelor digitale față de cele audio.

Sistemul DSD folosește eșantionarea pe un bit, cu o frecvență de 2,8224 MHz, aceeași cu cea folosită de sistemele de codare PCM de înaltă calitate, care folosesc supraeșantionarea 64x. În loc să transforme codul rezultat în PCM (Pulse Code Modulation), sistemul DSD înregistrează valorile de eșantionare pe un bit. *Modulația delta sigma* determină valoarea pe un bit pentru fiecare eșantion; aceasta înseamnă că eșantionul reprezintă suma (sigma) modificărilor (delta) semnalului. Sistemul păstrează un total dinamic al biților, reprezentând puterea formei de undă analogice. La fiecare

interval de eșantionare, sistemul compară valoarea curentă cu valoarea anterioară. Dacă noua valoare este mai mare decât valoarea anterioară, sistemul adaugă la cod un 1 logic. Dacă noua valoare este mai mică decât valoarea anterioară, sistemul adaugă la cod un 0 logic. Chiar dacă nu se schimbă, valoarea este evaluată și produce un model alternativ de 1 și 0, care se anulează reciproc.

Rezultatul general este că o formă de undă crescătoare (pozitivă) va fi codată ca un șir dens de valori 1, iar o formă de undă descrescătoare (negativă) va fi codată ca un șir dens de valori 0. Ca urmare, această formă de modulație este deseori numită *modulație în densitate de impuls* (PDM – Pulse Density Modulation). Ca toate semnalele digitale, semnalul PDM rezultat este rezistent la zgomote și distorsiuni – o modificare a semnalului mai mică decât un impuls întreg este ignorată la prelucrare și este exclusă din semnalul reconstruit. Totuși, spre deosebire de semnalele codate digital, semnalele PDM (și cele generate de un sistem similar de modulare, *Pulse Width Modulation*) sunt mai apropiate de echivalentele analogice. Impulsurile din semnal imită, ca putere și frecvență, semnalele analogice. De fapt, un filtru trece-jos simplu poate să transforme semnalele digitale în semnale analogice.

În cazul sistemului DSD al firmei Sony, conversia analogică simplă nu este foarte bună. Pentru produsele digitale, conversia simplă generează zgomote. Sistemul Sony folosește filtre de calitate pentru eliminarea zgomotelor din banda audio.

Stratul de tip CD al discurilor Super Audio CD este creat în timpul producerii discului master, printr-un proces numit de Sony conversie de flux *Super Bit Mapping Direct*. În esență, acest proces este același cu cel folosit pentru producerea discurilor master CD audio obișnuite din înregistrări master supraeșantionate 64x.

Deși formatul standard Super Audio CD folosește două canale audio de semnale DSD, specificațiile permit până la șase astfel de canale pentru aplicațiile viitoare. În plus, spațiul de stocare din afara zonei destinate semnalului audio este rezervat pentru text, imagini sau video – de exemplu, date suplimentare care însoțesc prezentarea audio.

Standardul Super Audio CD permite și marcarea prin filigranare a discurilor (indicând, invizibil, originea mediului), printr-o codare înglobată în unduirea pistei. Această caracteristică poate fi folosită pentru a urmări originea unui anumit disc (de exemplu, pentru controlul pirateriei) sau pentru scheme de protecție la copiere.

Conform celor de la Sony, un disc Super Audio CD va putea fi redat de orice unitate de CD, DVD sau SA CD. Într-o unitate de CD, discul va furniza o calitate mai bună decât a CD-urilor, datorită conversiei fluxului prin mapare pe biți. Unitățile DVD actuale vor putea reda discurile cu calitatea corespunzătoare CD-urilor. Adevăratele avantaje ale discului Super Audio CD vor deveni evidente numai o dată cu apariția unităților de SA CD sau a unei generații viitoare de unități de DVD, cu algoritmi corespunzători de redare.

# CD-ROM

Standardul Yellow Book (Cartea Galbenă), lansat în 1984, descrie standardele formatelor de date pentru discurile CD-ROM (Compact Disc, Read-Only Memory), inclusiv CD-XA, care adaugă informații audio comprimate la alte date de pe CD-ROM. Standardul Yellow Book descrie două moduri de lucru ale unităților de CD-ROM. Modul 1 este destinat datelor obișnuite pentru calculatoare. Modul 2 tratează datele audio și video comprimate. Deoarece discurile care respectă standardul Yellow Book pot

conține informații audio, video și date în cele două moduri de operare, sunt numite deseori *discuri cu mod mixt*. Yellow Book este standardul care a permis apariția CD-urilor multimedia. Acum este recunoscut ca standard internațional, sub numele ISO 10149:1989 (E).

Așa cum sugerează și numele, discurile CD Read-Only Memory (Memorie numai pentru citire pe CD) sunt o adaptare a compact-discurilor pentru stocarea informațiilor digitale – muzica rock adusă în lumea sistemelor de stocare pentru calculatoare. Contrar implicațiilor numelui, puteți scrie pe discurile CD-ROM cu ajutorul PC-ului, presupunând că aveți echipamentele corespunzătoare (destul de scumpe). Totuși, pentru cele mai multe aplicații, discurile CD-ROM își respectă menirea – livrează date din alte surse către calculatorul dumneavoastră. După ștanțare, datele de pe un CD-ROM nu mai pot fi modificate. Adâncițurile pentru stocarea datelor sunt definitive.

La început, discul CD-ROM era o entitate distinctă, un mediu de stocare care imita alte dispozitive de stocare masivă, utilizând un format propriu de stocare. Totuși, tipul de date cărora le este destinat discul CD-ROM este diferit față de alte sisteme de stocare. Discurile CD-ROM reprezintă un mijloc excelent pentru distribuirea sunetelor și imaginilor folosite de sistemele multimedia; ca urmare, proiectanții au modificat formatul de stocare pentru a corespunde mai bine unei combinații de tipuri de date. Formatul CD-ROM original a fost extins pentru a acoperi aceste tipuri suplimentare de date prin arhitectura extinsă (Extended Architecture). Rezultatul a fost standardul Yellow Book.

## Formatul logic

Ca și în cazul altor discuri, capacitatea de stocare a CD-urilor este împărțită în segmente mai mici, numite sectoare. În cazul discurilor CD-ROM, aceste sectoare sunt numite cadre mari și reprezintă unitatea de bază pentru adresare. Deoarece pe CD este folosită o singură pistă spiralată, numărul de sectoare sau de cadre mari pe pistă nu este semnificativ, fiind chiar numărul total de sectoare de pe disc. Acest număr variază, dar poate ajunge la aproximativ 315.000 (de exemplu, pentru 74 de minute de muzică).

Formatul fizic al unui Compact Disc este definit de cadrele mari, care, la rândul lor, sunt definite de standardele pentru mediile CD-ROM astfel încât să conțină 2.352 de octeți. (Alte configurații folosesc cadre de 2.048, 2.052, 2.056, 2.324, 2.332, 2.340 sau 2.352 de octeți.) Standardele pentru mediile CD-ROM acceptă mai multe formate de date în fiecare cadru, în funcție de aplicația căreia îi este destinat CD-ul. În aplicațiile simple de stocare a datelor, modul de date unu, dintr-un cadru de 2.352 de octeți, 2.048 sunt folosiți pentru stocarea datelor. Ceilalți 304 octeți sunt împărțiți între un câmp de sincronizare (12 octeți), un câmp pentru eticheta adresei de sector (4 octeți) și un câmp auxiliar (288 de octeți). În modul de date doi, destinat unor aplicații mai puțin critice, în care corectarea erorilor nu este atât de importantă, o parte dintre octeții din câmpul auxiliar pot fi folosiți pentru stocarea datelor, astfel încât în fiecare cadru sunt rezervați pentru stocarea datelor utile 2336 de octeți. Alte sisteme de stocare alocă altfel octeții de stocare, dar folosesc aceeași structură de cadre.

Cei patru octeți ai câmpului pentru eticheta adresei de sector identifică fără ambiguități fiecare cadru. Metoda de identificare are legătură cu originea muzicală a sistemului CD-ROM – fiecare cadru mare este identificat prin minutul, secunda și cadrul corespunzătoare timpului de redare a unui disc muzical. Valorile pentru minute, secunde și cadre sunt stocate pe câte un octet, în forma zecimală codată binar (BCD). Stocarea BCD permite până la 100 de valori pentru fiecare octet, adică suficient pentru

codarea celor 75 de cadre pe secundă, 60 de secunde pe minut și 74 de minute, durata maximă de redare a unui compact-disc (folosit pentru stocarea audio). Al patrulea octet este un indicator care precizează modul de stocare a datelor folosit pentru cadrul respectiv.

În modul de date unu, câmpul auxiliar este folosit pentru detectarea și corectarea erorilor. Primii patru octeți ai câmpului stochează un cod primar de detectare a erorilor, fiind urmați de opt octeți cu valoarea zero. Ultimii 276 de octeți stochează un cod corector de erori organizat pe straturi. Acest cod stratificat este suficient de puternic pentru corectarea erorilor multiple pe biți din câmpul de date.

Arhitectura extinsă (Extended Architecture – XA) modifică alocarea octeților pentru aceste moduri de date în vederea aplicațiilor multisesiune. În modul 2, forma 1 (XA Mode 2 Form 1), cei doisprezece octeți de sincronizare și cei patru octeți de antet sunt urmați de un subantet pe opt octeți, care ajută la identificarea conținutului celor 2.048 de octeți de date care urmează. Cadrul se termină cu un câmp auxiliar format din patru octeți pentru codul de detectare a erorilor și 276 de octeți pentru codul de corectare a erorilor. În modul 2, forma 2 (XA Mode 2 Form 2), câmpul auxiliar este redus la patru octeți, astfel încât numărul octeților de date se extinde la 2.324.

## Codarea datelor

Octeții dintr-un cadru mare nu corespund direct modelului de biți format de adâncițurile săpate în suprafața unui CD-ROM. Așa cum hard-discurile folosesc diferite forme de modulare pentru a optimiza capacitatea și integritatea sistemului de stocare, compact-discul folosește un cod special de translație a datelor în format optic. Circuitele interne ale sistemului Compact Disc transformă fluxul de date al unui cadru mare într-un model de biți format din 98 de cadre mici.

Fiecare cadru mic stochează 24 octeți de date (astfel încât 98 de cadre mici formează cei 2352 de octeți ai unui cadru mare), dar este format din 588 de biți optici. În afara canalului principal de date, fiecare cadru mic include un octet invizibil de date, numit subcanal, și un cod propriu de corectare a erorilor. Fiecare octet de informație este convertit în 14 biți optici. La acești 14 biți, circuitele de prelucrare a semnalelor adaugă 3 biți de combinare, care au rolul de a reduce componenta de frecvență scăzută a semnalului și de a optimiza performanțele circuitului cu buclă închisă cu calare de fază folosit pentru obținerea datelor de pe disc.

Din punct de vedere funcțional, biții optici ai unui cadru mic sunt împărțiți în patru secțiuni. Primii 27 de biți conțin un model de sincronizare. Aceștia sunt urmați de octetul pentru datele subcanalului, translatat în 17 biți (14 biți de date și 3 biți de combinare). Urmează 24 de octeți de date (translatați în 408 biți), urmați de opt octeți pentru codul de corectare a erorilor (translatați în 136 de biți).

Octetul subcanalului codifică de fapt opt subcanale separate, identificate cu litere de la P la W. Fiecare bit are o funcție proprie. De exemplu, subcanalul P este un indicator folosit pentru controlul suprimării semnalului audio (muting). Subcanalul Q este folosit pentru identificarea cadrelor mari în înregistrările audio.

Ca și în cazul hard-discurilor, structura profundă este ascunsă produselor software obișnuite. Singura sarcină a aplicațiilor este să determine modul în care sunt împărțiți și folosiți cei 2.048 (sau cam așa ceva) de octeți dintr-un cadru mare. Pentru identificarea datelor, unitatea de CD-ROM transformă cererile de blocuri făcute de interfața SCSI (sau de o altă interfață) în valorile corecte din câmpul de sincronizare.

## Sesiunile

O sesiune este un segment unic înregistrat pe un CD și poate conține mai multe piste. O sesiune este creată în mod normal în timpul unei singure sesiuni de înregistrare – de unde și numele. Conform standardului Orange Book, o sesiune poate conține date, secvențe audio sau imagini.

Fiecare sesiune de pe disc începe cu o porțiune de introducere (lead-in), care oferă spațiul pentru stocarea unui tabel de cuprins al sesiunii. Introducerea are o lungime fixă de 4500 de sectoare, adică echivalentul unui minut audio sau a 9 MB de date. Atunci când începeți să scrieți o sesiune, spațiul pentru introducere este lăsat gol, fiind completat abia la închiderea sesiunii.

La sfârșitul fiecărei sesiuni se află o zonă de încheiere (lead-out), care nu conține date, ci are rolul de a semnala unității de CD că a ajuns la sfârșitul zonei active de date. Prima zonă de încheiere de pe disc măsoară 6.750 de sectoare, adică echivalentul a 1,5 minute audio sau a 13 MB de date. Următoarele măsoară 2.250 de sectoare, adică jumătate de minut sau aproximativ 4 MB de date.

## Adresarea

Schema de adresare a compact-discului se bazează pe piste, dar acestea nu sunt identice cu pistele folosite pentru hard-discuri. În loc să indice cilindrul sau poziția capului de citire/scriere, pista unui CD este o structură logică asemănătoare cu pistele de pe un disc audio.

Un singur compact-disc poate conține până la 99 de piste. Deși pe același CD pot fi incluse secvențe audio, video și date numerice, o pistă nu poate conține decât una dintre aceste forme de stocare. Ca urmare, pe un disc care conține secvențe audio, video și date trebuie să existe cel puțin trei piste.

Pistele de pe un disc sunt contigue și numerotate secvențial, deși prima pistă care conține informații poate avea o valoare mai mare decât unu. Fiecare pistă este formată din cel puțin 300 de cadre mari – adică 4 secunde de redare audio. Din fiecare pistă fac parte și zonele de tranziție numite pre-gap și post-gap (pentru discurile de date) sau pauze (pentru discurile audio).

Fiecare disc are o zonă de introducere și o zonă de încheiere, corespunzătoare zonelor echivalente ale unui disc audio. Zona de introducere este pista zero, iar zona de încheiere este pista 0AA(Hex). Nici una dintre aceste zone nu este raportată ca parte a capacității discului, deși subcanalul zonei de introducere conține tabelul de cuprins al discului. În acest tabel sunt stocate pistele și adresele acestora, codate ca minute, secunde și cadre.

Pistele sub împărțite în 99 de indecși, prin valorile codate în octetul de subcanal a nouă din zece cadre mici. Un index este un punct intern de referință al pistei. Numărul și poziția fiecărui index nu sunt stocate în tabelul de cuprins. Zonei pre-gap îi este asociat un index cu valoarea zero.

## Capacitatea

Capacitatea maximă nominală a unui CD ajunge la 74 minute de muzică sau la aproximativ 650 MB de date. Aceste capacități sunt însă aproximative. Capacitatea totală a unui disc este influențată de mai mulți factori. De exemplu, discurile audio CD fabricate în masă pot conține uneori mai mult de 74 minute de sunete, deoarece producătorii pot include mai multe informații pe același disc, prin înghesuirea pistei pe

discul master, ceea ce înseamnă o spirală mai strânsă și mai lungă. Această tehnică poate extinde timpul de redare al unui disc la 80 sau mai multe minute.

CD-urile speciale pe care le puteți scrie pe un PC nu beneficiază de această strategie de reducere a spiralelor, deoarece acestea sunt înscrise în timpul fabricării discurilor. Formatele standard oferă patru niveluri de capacitate, pe două dimensiuni de discuri, așa cum vom vedea în secțiunea „CD-Recordable“. Oricum, aceste numere reprezintă capacitatea maximă de stocare a unui CD înregistrabil. Aproape orice operație realizați la producerea unui CD determină diminuarea acestei capacități.

Deși la un moment dat – nu cu mulți ani în urmă – 650 MB păreau o cantitate foarte generoasă, cerințele PC-urilor moderne depășesc repede posibilitățile CD-urilor. Aceste cerințe au impus dezvoltarea discurilor DVD, cu o capacitate mult mai mare.

## Formatul

Standardul Yellow Book descrie modul de stocare a informațiilor pe discul CD-ROM, dar nu specifică și modul de organizare a datelor în fișiere. Sub DOS au devenit cunoscute două standarde pentru fișiere. Primul dintre acestea a fost numit formatul High Sierra. Ulterior, acest format a fost actualizat la standardul curent, cunoscut ca specificațiile ISO 9660.

Singura diferența practică dintre aceste standarde este aceea că driverele furnizate cu unele unități de CD-ROM, și în special cu cele mai vechi, destinate folosirii discurilor cu format High Sierra, pot să nu recunoască discurile ISO 9660. Probabil veți obține un mesaj de eroare de genul „Disc not High Sierra“. Problema este generată de faptul că versiunea mai veche a extensiei CD-ROM Microsoft – driverul care adaptează unitatea CD-ROM la sistemul de operare DOS – nu recunoaște discurile ISO 9660.

Pentru integrarea tehnologiei CD-ROM în DOS, Microsoft a creat o porțiune standard de cod pe care a adăugat-o la sistemul de operare DOS pentru a asigura funcționarea sistemelor de redare. Acest cod se numește extensie DOS CD-ROM și a fost scris în mai multe versiuni. Versiunile mai vechi de 2.0 prezintă probleme de compatibilitate între formatele High Sierra și ISO 9660. Soluția este să cumpărați un program de actualizare pentru extensia CD-ROM livrată împreună cu unitatea de CD-ROM pe care o aveți. O soluție și mai bună este să evitați problema și să vă asigurați că unitatea pe care o cumpărați este livrată împreună cu versiunea 2.0 sau mai nouă a extensiei Microsoft pentru CD-ROM.

ISO 9660 tratează toate formele de date pe care este posibil să le folosiți pe un PC. Discurile compatibile cu acest standard pot conține atât fișiere de date, cât și informații video sau audio.

Pentru Windows 95, Microsoft a creat un alt set de extensii la standardul ISO 9660. Numite *Joliet CD ROM Recording Specification* (Specificațiile de înregistrare CD-ROM Joliet), aceste extensii permit folosirea numelor lungi de fișiere (dar limitate la 128 de caractere, în loc de 255, așa cum se întâmplă în Windows 95), imbricarea directoarelor pe mai mult de opt niveluri, folosirea numelor de directoare cu extensie și lărgirea setului de caractere. Pentru a menține compatibilitatea cu standardul ISO 9660, datele Joliet suplimentare trebuie să se încadreze în limita a 240 de caractere, excluzând posibilitatea codificării tuturor datelor despre directoare disponibile în Windows 95.

# CD-Recordable

Standardul Orange Book (Cartea Portocalie) este tomul oficial care descrie cerințele și standardele unui sistem pentru compact-discuri înregistrabile (Compact-Disc Recordable sau CD-R). Acest standard transformă un mediu cu acces numai pentru citire într-un mediu cu scriere unică, astfel încât puteți să produceți propriile dumneavoastră CD-uri. Publicat în 1992, standardul Orange Book introduce tehnologia multisesiune. Un disc multisesiune poate conține mai multe blocuri de date scrise în sesiuni diferite (în momente diferite de timp). Fiecare sesiune are propria pistă de introducere și propriul cuprins.

Dezvoltat printr-o colaborare între firmele Philips și Sony (numele vi se par cunoscute?), standardul Orange Book definește atât structura fizică a CD-urilor înregistrabile, cât și modul de folosire a diferitelor părți ale discului. Acestea includ o zonă de program care păstrează datele reale stocate pe disc, o zonă de memorie a programului care conține informații despre pistele de pe tot discul și despre toate sesiunile conținute, zonele de introducere și de încheiere și o zonă de calibrare a energiei, pentru calibrarea energiei fasciculului laser folosit la înregistrare.

Natura mediului CD-ROM și modul de operare al înregistratoarelor de CD-uri fac din crearea și scrierea unui disc CD-ROM o operație mai complexă decât copierea fișierelor pe un hard-disc. Deoarece discurile CD-ROM sunt, în esență, medii înregistrate secvențial, sistemul de înregistrare vrea să primească datele și să le scrie pe disc sub forma unui flux continuu. Pentru cele mai multe înregistratoare de CD-uri, fluxul de date nu poate fi întrerupt după ce operația de scriere a început. O întrerupere în fluxul de date poate genera erori de înregistrare. Mai mult, pentru folosirea capacității maxime a unui CD, este de dorit să reduceți numărul de sesiuni în care împărțiți un disc. Așa cum am arătat mai devreme, fiecare sesiune irosește cel puțin 13 MB pentru zonele de introducere și de încheiere.

Dacă sistemul nu poate furniza destul de repede informațiile înregistratorului de CD-uri, apare o eroare de *depășire inferioară la recepție a bufferului* (buffer underrun error). Dacă vedeți o astfel de eroare pe ecran, înseamnă că înregistratorul de CD-uri a epuizat datele din buffer și nu mai are ce să scrie pe disc. Secțiunea următoare, „Depășirea inferioară la recepție“, vă arată cum puteți să evitați aceste erori la scrierea discurilor.

În funcție de producătorul sistemului de înregistrare CD și de componentele software care îl însoțesc, puteți avea la dispoziție mai multe moduri de copiere a datelor pe CD. În general, aveți la dispoziție două opțiuni. Prima este construirea unei imagini a CD-ului pe hard-disc și copierea acestei imagini pe CD. Unii producători numesc acest proces „scriere din mers“. Din punct de vedere hardware, aceasta este cea mai simplă metodă de lucru pentru sistem și pentru înregistratorul de CD-uri, deoarece imaginea discului este deja construită sub forma unui singur fișier imens, cu toate structurile de directoare necesare creării CD-ului final. Sistemul nu trebuie decât să citească datele de pe hard-disc și să trimită un flux continuu de date către înregistratorul de CD-uri.

O altă metodă este să creați structura CD-ului, în forma finală, chiar pe CD. Unii producători numesc acest proces „scrierea unei imagini virtuale“. Pentru crearea unui CD prin această metodă, programul de înregistrare trebuie să urmeze un fișier de comenzi (script) sau o bază de date pentru găsirea fișierelor care trebuie incluse pe CD și să localizeze aceste fișiere pe hard-disc. Programul trebuie să aloce spațiul pe CD, să îl împartă în sectoare și piste și, în același timp, să citească datele de pe hard-disc și să le transfere pe CD.

# Probleme de capacitate

În cazul mediilor numai pentru citire, capacitatea de stocare nu este, de obicei, o problemă care să-i privească pe utilizatori. De aceasta sunt interesați producătorii discurilor – și furnizorii de software, care trebuie să se asigure că totul încape pe CD. Având la dispoziție un spațiu de 650 MB și multe produse care nu au decât câțiva megaocteți de cod, cea mai mare problemă a producătorului de software este să găsească destule lucruri pe care să le pună pe CD – astfel încât acesta să vă facă să credeți că merită banii.

O dată cu apariția discurilor CD înregistrabile, lucrurile s-au schimbat. Deoarece CD-urile oferă o modalitate de stocare convenabilă pentru fișierele importante, precum arhivele de grafică, sunteți tentat să umpleți la maximum fiecare CD. Dacă doriți ca toate fișierele să încapă pe un disc, trebuie să vă faceți planurile dinainte.

Discurile CD-ROM stochează o serie de informații suplimentare care le reduc capacitatea. Dacă nu luați în calcul aceste informații, s-ar putea să fiți surprins de faptul că pe disc încap mai puține lucruri decât credeați.

## Capacitatea brută

Capacitatea discurilor CD-ROM se măsoară în minute, secunde și sectoare, pornind de la formatul audio pentru care a fost proiectat inițial acest mediu. CD-urile înregistrabile pot avea patru capacități: discurile de 18 și 21 de minute au un diametru de 80 milimetri; discurile de 63 și 74 de minute au 120 milimetri în diametru.

Numărul de octeți care pot fi folosiți efectiv pentru stocare pe un CD înregistrabil este afectat de două tipuri de informații suplimentare (discutate în secțiunile următoare). Unele sunt comune cu alte dispozitive de stocare masivă și derivă din necesitatea de alocare a datelor în blocuri de dimensiune fixă. Celelalte au la origine formatul impus de standardele pentru CD-uri.

### Completarea blocurilor logice

Ca și cele mai multe hard-discuri și dischete, discurile CD-ROM alocă spațiul de stocare în incremente numite *blocuri logice*. Deși unitățile de CD actuale acceptă blocuri logice de 512, 1.024 și 2.048 de octeți, este folosit pe scară largă numai formatul bazat pe blocuri logice de 2.048 de octeți. Dacă un fișier este mai mic de 2.048 de octeți, este completat până la umplerea blocului logic. Dacă un fișier este mai mare decât un bloc logic, umple toate blocurile logice necesare, cu excepția ultimului, care este completat astfel încât să fie plin. Ca rezultat al acestei metode de alocare, toate fișierele, cu excepția celor a căror dimensiune este multiplu al dimensiunii blocurilor logice, ocupă mai mult spațiu decât dimensiunea reală. În plus, pentru fiecare director de pe CD se consumă cel puțin un bloc logic.

Totuși, discurile CD-ROM irosesc mai puțin spațiu decât hard-discurile mari actuale. Formatele standard DOS și Windows 95 folosesc pentru hard-discurile cu capacități între 1 și 2 GB unități de alocare (clustere) cu dimensiunea de 16 KB, așa că pierderile de spațiu prin completarea unităților de alocare sunt mai mari decât în cazul CD-urilor.

### Informațiile suplimentare pentru format

Pe lângă informațiile suplimentare înregistrate în blocuri, care sunt comune celor mai multe dispozitive de stocare masivă, discurile CD-ROM folosesc și alte informații de format, unice sistemului CD. Aceste informații sunt rămășițe ale originilor audio ale CD-urilor.

Deoarece CD-urile audio au nevoie de piste de introducere și de încheiere, standardul Yellow Book prevede existența acestor piste și pentru discurile CD-ROM. Specificațiile standardului cer ca datele de pe CD-ROM să înceapă după o pauză de două secunde, urmate de o pistă de introducere de 6.500 de sectoare. Ca urmare, primele două secunde din spațiul de stocare și zona de introducere de pe un CD nu sunt utilizabile pentru date. Cele două secunde includ 150 de sectoare, fiecare de câte 2.048 de octeți, ceea ce reduce capacitatea discului cu 307.200 de octeți. Zona de introducere de 6.500 de sectoare consumă alți 13.312.000 de octeți (13 MB). Zona de încheiere de la sfârșitul unei sesiuni și spațiul pre-gap, care permite înregistrarea unei noi sesiuni, consumă alte 4.650 de sectoare, adică 9.523.200 de octeți.

De asemenea, structura de fișiere ISO 9660 consumă o parte din capacitatea totală a discului. Standardul rezervă primele 16 sectoare ale zonei de date – adică 32.768 de octeți – pentru sistem. Și alte elemente de format au nevoie de spațiu. Fișierul rădăcină, descriptorul volumului principal și terminatorul descriptorului de volum au nevoie fiecare de cel puțin un sector. Tabelul de căi folosește cel puțin două sectoare. În total, aceste elemente au nevoie de cel puțin cinci sectoare, deci 10.120 de octeți. Acest minim poate fi depășit de discurile cu structuri complexe de fișiere, care pierd și mai mult din spațiul de stocare.

Cu cât împărțiți discul în mai multe sesiuni, cu atât rămâne mai puțin spațiu pentru date. Fiecare sesiune are o zonă de introducere proprie. Ca urmare, fiecare sesiune consumă cel puțin 13 MB, pe lângă informațiile de format necesare pentru structura de fișiere.

## Funcționarea

Crearea unui CD este un proces complet. Unitatea face mai mult decât simpla copiere a blocurilor de date livrate de PC. Pentru fiecare CD și pentru fiecare sesiune sunt înregistrate pe disc zone de control. Unitatea de CD-R nu are destule informații pentru manipularea automată a acestor date, deoarece structura de date a discului depinde de natura datelor și de intențiile dumneavoastră. Unitatea de CD-R nu poate presupune aceste lucruri. Crearea acestor informații intră în sarcina produsului software folosit pentru crearea discurilor CD-R.

Programul de creare a CD-ului organizează datele în vederea scrierii pe disc. Pe măsură ce trimite informațiile către unitatea de CD-R, programul adaugă și informațiile de control necesare pentru crearea formatului corespunzător al discului. La terminarea scrierii, programul finisează operația de înregistrare, astfel încât discul să poată fi redat. Ultima sarcină este lăsată în seama dumneavoastră – etichetarea discului, astfel încât să poată fi identificat dintr-o stivă mai dezordonată decât miza unui joc de poker care a durat toată noaptea.

### Viteza

Ca și în cazul discurilor CD-ROM obișnuite, viteza unităților de CD-R reprezintă rata de transfer a unității, măsurată în multipli față de viteza de bază a CD-urilor audio, respectiv 150 KB/sec. Primele înregistratoare de CD-uri funcționau la viteza 1x și fiecare nouă generație a dublat această viteză. În prezent, cele mai rapide unități operează la viteza 4x, deși inovațiile tehnice pot îmbunătăți această viteză, la fel cum a fost îmbunătățită viteza de citire a unităților de CD.

Cele mai multe unități de CD cu înregistrare au două viteze de operare, una pentru citire și una pentru scriere. Viteza de scriere este întotdeauna aceeași sau mai mică decât viteza de citire. Reclamele folosesc de obicei două numere pentru prezentarea

produsului, primul fiind viteza de scriere. Combinațiile de viteză obișnuite sunt 1x1 (scriere și citire la viteză simplă), 1x2 (scriere la viteză simplă și citire la viteză dublă), 2x2 (scriere și citire la viteză dublă), 2x4 (scriere la viteză dublă și citire la viteză cvadruplă) și 4x4 (scriere și citire la viteză cvadruplă).

Viteza de scriere a unui înregistrator de CD-uri este numai unul dintre factorii care determină durata de crearea a unui CD. Printre celelalte variabile sunt incluse sistemul, modul de scriere (transferarea unui disc-imagine ca un singur fișier neîntrerupt sau combinarea din mers a fișierelor componente) și numărul unităților.

Sistemul și modul de scriere sunt corelate. Așa cum am menționat mai devreme, pentru producerea unui CD, sistemul de înregistrare are nevoie de un flux constant și neîntrerupt de date. Viteza cu care PC-ul poate întreține fluxul de date poate limita viteza maximă de scriere a unității de CD-R. Factorii care determină viteza fluxului de date sunt viteza sursei de date (rata de transfer a hard-discului), gradul de fragmentare a datelor și interfața dintre hard-discul calculatorului și înregistratorul de CD-uri.

Cele mai multe sisteme de înregistrare pentru CD-uri au buffere care compensează încetinirea temporară a fluxului de date, de exemplu atunci când capetele de citire/scriere ale hard-discului se deplasează în mod repetat de pe o pistă pe alta pentru reconstituirea unui fișier puternic fragmentat sau atunci când un hard-disc mai vechi execută recalibrarea termică. Chiar și cu aceste buffere, astfel de încetiniri ale hard-discului reduc foarte mult viteza fluxului de date transferat către înregistratorul de CD-uri. Dacă încercați să creați un CD prin copierea din zbor a mai multe sute de fișiere mici, s-ar putea ca hard-discul să nu poată ține pasul cu viteza de scriere a unui înregistrator de CD-uri 4x. De fapt, dacă fișierele sunt multe și mici, s-ar putea ca viteza hard-discului să nu fie suficientă nici pentru un recorder 1x, fiind necesară crearea unei imagini a CD-ului înaintea scrierii acestuia.

Pe de altă parte, un producător (Mitsumi) raportează că vitezele mai mari de scriere au ca rezultat CD-uri mai sigure. La viteza de scriere 1x, fasciculul laser rămâne concentrat într-un anumit punct al discului un timp mai lung, existând posibilitatea supraîncălzirii discului. Cu alte cuvinte, este recomandat să evitați viteza 1x, exceptând situațiile când sistemul sau programele impun această viteză. Deși primele programe, unități și PC-uri nu puteau să facă față vitezelor mai mari de 1x, cele mai multe produse curente nu au dificultăți cu vitezele mai mari.

Dacă trebuie să produceți rapid un număr mare de CD-uri, una dintre cele mai bune strategii este să folosiți mai multe unități. Cinci unități care scriu simultan reduc timpul net de creare a unui CD individual cu 80 de procente. Deoarece unitățile scriu exact aceleași date, PC-ul trebuie să pregătească un singur flux de date, așa că probabilitatea apariției unor erori de depășire inferioară nu este mai mare decât în cazul folosirii unei singure unități. Pentru volume moderate, mai multe unități de CD-R pot asigura eficiența necesară. Dacă trebuie să produceți foarte multe CD-uri (în general mai mult de câteva sute), ștanțarea discurilor este cea mai eficientă metodă de copiere, chiar dacă trebuie să așteptați câteva zile pentru crearea discului master și ștanțare.

## Modurile de scriere a discurilor

În funcție de unitatea de CD-R și de programul de creare a CD-urilor de care dispuneți, aveți la dispoziție mai multe moduri de scriere a CD-urilor. Aceste moduri determină ce și când puteți scrie pe un CD. În general, nu trebuie să vă faceți probleme privind modul de scriere folosit, deoarece de aceste detalii se ocupă automat programul de scriere. Totuși, unele unități și programe de scriere limitează modurile de operare.

Există patru moduri de bază pentru scrierea CD-urilor: o pistă întreagă la un moment dat (track-at-once), sesiuni multiple (multi-session), un disc întreg (disc-at-once) și scrierea incrementală. Fiecare mod de operare are propriile cerințe, limite și aplicații.

**Scrierea pe piste întregi (Track-at-Once)**

Cea mai elementară metodă de scriere pentru CD-uri este crearea unei singure piste. Această pistă poate avea orice format acceptat de unitatea de CD-R – de exemplu, un disc CD-ROM sau un disc CD-DA pentru un echipament stereo. Procesul de înregistrare pe piste scrie o întreagă pistă într-o singură operație. Pista trebuie să fie mai mare de 300 de blocuri și mai mică decât capacitatea totală a discului, din care se scade spațiul ocupat de informațiile suplimentare.

Pentru acest tip de proces nu trebuie decât să stabiliți fișierele care vor fi copiate pentru CD. Programul de creare a CD-ului preia comanda și conduce întregul proces de scriere.

Inițial, principala limitare a acestei metode de scriere era faptul că nu putea fi scrisă pe disc într-o singură sesiune decât o pistă. Ca urmare, dacă nu aveați deja pregătite o mulțime de date pentru scrierea pe CD, procesul irosea destul de mult spațiu de pe disc. Unele sisteme moderne vă permit să adăugați pistele una câte una pe un CD într-o singură sesiune, chiar oferindu-vă posibilitatea să scoateți discul din unitate în timpul procesului și să îl încercați într-o altă unitate de CD.

Fiecare pistă ocupă în plus un spațiu de 150 de blocuri pentru zonele de introducere, de încheiere, pre-gap și de legătură. Standardele pentru CD-uri permit înregistrarea pe fiecare disc a 99 de piste. Ca urmare, dacă pistele sunt mici, pierdeți o parte substanțială a capacității de stocare. Dacă fiecare pistă are dimensiunea minimă (300 de blocuri plus cele 150 de blocuri suplimentare) veți umple numai jumătate din spațiul disponibil pe cele mai mici CD-uri, de 18 minute (44.550 blocuri dintr-un total de 81.000 blocuri).

**Scrierea în sesiuni multiple (Track Multi-Session)**

Numit uneori mod de scriere incremental pe piste (*track incremental*), scrierea pistelor în mai multe sesiuni (*track multi-session*) este cel mai cunoscut mod de a folosi întreaga capacitate a discurilor. Scrierea în sesiuni multiple vă permite să adăugați noi informații pe un CD, împărțind capacitatea acestuia în cel mult 50 de sesiuni. Fiecare sesiune are multe dintre caracteristicile unui CD complet, inclusiv zona de introducere, zona de încheiere și tabelul de cuprins.

De fapt, numărul de sesiuni pe un CD este limitat tocmai de necesitatea includerii acestor zone speciale de formatare. Zonele de introducere și de încheiere ocupă în total aproximativ 13,5 MB de spațiu pe disc. Ca urmare, pe un CD cu o capacitate totală de 680 MB nu pot fi înregistrate mai mult de 50 de sesiuni.

La crearea standardelor pentru CD-uri, proiectanții nici nu au luat în considerare posibilitatea ca utilizatorii individuali să scrie vreodată propriile discuri. Aceștia au pornit de la ideea că toate discurile vor fi fabricate pornind de la un disc master, într-o singură sesiune. Primele unități de CD sunt astfel proiectate încât nu recunosc decât o singură sesiune pe discuri. Multe unități de CD-ROM mai vechi (în special cele cu viteze 1x și 2x) sunt modele care lucrează cu o singură sesiune și nu pot folosi discurile scrise în sesiuni multiple. În general, unitățile proiectate pentru o singură sesiune citesc numai prima sesiune și ignoră restul discului.

O altă problemă care poate apărea în cazul scrierii discurilor în mai multe sesiuni este combinarea formatelor. Multe unități de CD nu pot folosi discurile pe care sunt combinate sesiuni scrise în modurile 1 sau 2 cu sesiuni XA. Partea periculoasă a acestei

probleme este faptul că unele programe de creare a CD-urilor (și unele unități de CD) vă permit să combinați cum doriți formatele de scriere în sesiuni diferite. Ca rezultat, puteți să creați un disc care funcționează normal în unitatea dumneavoastră de CD, dar nu poate fi citit de alte unități. Morala este să evitați combinarea formatelor. (Nu confundați formatele cu tipurile de date. Puteți să amestecați fără nici o restricție secvențele video, audio și datele, cu condiția ca acestea să fie scrise în același format, presupunând că ați ales un format compatibil cu toate cele trei tipuri de date.)

Cele mai multe echipamente CD-R moderne vă permit să scrieți mai multe piste în aceeași sesiune. Avantajul acestei tehnici este faptul că nu se mai consumă cei 13,5 MB suplimentari pentru fiecare sesiune. În locul zonelor de introducere și de încheiere, pistele sunt separate de spații pre-gap de câte 150 de blocuri (două secunde) – ceea ce înseamnă un spațiu suplimentar de aproximativ 300 KB. Desigur, sesiunea este încadrată în continuare de zonele de introducere și de încheiere și conține propriul tabel de cuprins.

Pe discurile cu sesiuni multiple, zona de introducere este scrisă după terminarea operațiilor de scriere a datelor. Această zonă conține tabelul de cuprins al sesiunii, precum și o indicație pentru spațiul care mai poate fi folosit pentru scrierea pe disc. Zona de introducere a ultimei sesiuni de pe disc indică faptul că nu mai urmează o altă sesiune, încheind astfel discul.

**Scrierea pe discuri întregi (Disc-at-Once)**

Vechile înregistrări de fonograf erau create printr-un singur proces continuu. Din momentul în care acul de scriere intra în contact cu discul master și până la terminarea ultimei piste, procesul de creare a discului nu putea fi întrerupt. În definitiv, orice întrerupere în pista spiralată a înregistrării ar determina blocarea echipamentului de redare. Pentru crearea înregistrării master, tehnicienii pregăteau o bandă master care conținea în detaliu tot ceea ce urma să fie înregistrat pe disc, inclusiv porțiuni de bandă goală pentru intervalele dintre pistele discului final.

Echivalentul acestui proces în cazul CD-urilor este procesul de scriere a discului printr-o singură operație (disc-at-once). Ca și în cazul procesului de creare a discului master, procesul de scriere a CD-ului trebuie să decurgă neîntrerupt de la începutul zonei de introducere până la sfârșitul zonei de încheiere. Tabelul de cuprins, toate pistele, precum și canalul Q trebuie să fie pregătite înaintea începerii procesului de scriere. Întregul disc trebuie să fie scris printr-o singură operație, în ordinea de apariție pe disc a datelor de formatare (de exemplu, zona de introducere trebuie să fie scrisă înaintea datelor). De obicei, pentru crearea unui CD prin această metodă, se pregătește mai întâi pe hard-disc imaginea CD-ului. Hard-discul calculatorului trebuie să fie de tip AV, astfel încât să nu întrerupă fluxul de date pentru calibrări termice sau pentru alte operații de întreținere, care ar provoca erori de depășire inferioară a bufferului (a se vedea secțiunea „Depășirea inferioară la recepție“ din acest capitol).

De fapt, metoda de scriere a unui disc întreg este o combinație a metodelor de scriere pe o singură pistă și în sesiuni multiple, extinse la întregul CD (sau la porțiunea care urmează să fie folosită).

Aceasta este metoda de înregistrare care trebuie folosită atunci când doriți să creați un CD master pentru producerea în masă a discurilor. Deoarece fasciculul laser nu este întrerupt niciodată, un CD înregistrat prin această metodă nu conține blocuri de legătură.

### Scrierea pe pachete

Dacă puteți face o unitate de CD-R să funcționeze ca un hard-disc convențional, acesta ar putea fi folosit pentru *scrierea incrementală* (incremental writing). Aceasta înseamnă că ați putea adăuga date pe disc prin simpla salvare a unui fișier. În terminologia specifică CD-urilor, această metodă este numită *scriere pe pachete*. Folosind drivere software corespunzătoare, puteți să transferați fișiere pe un înregistrator de CD-uri ca și cum ar fi o unitate de hard-disc.

În acest context, un pachet este un bloc de date mai mic decât o pistă. Unitatea acceptă pachetele suplimentare și le scrie pe disc, identificându-le cu patru blocuri de introducere, două blocuri de încheiere și un bloc de legătură. Ca urmare, fiecare pachet consumă șapte blocuri (aproximativ 15 KB) pentru informații suplimentare, pe lângă spațiul necesar informațiilor pentru directoare.

Sistemul de fișiere ISO 9660 nu prevede scrierea pe pachete. Standardul cere ca toate informațiile despre fișiere să fie scrise în tabelul de cuprins la crearea unei sesiuni. Discurile multisesiune depășesc această problemă prin crearea unui nou sistem de fișiere de fiecare dată când scrieți o nouă sesiune – cu toate informațiile suplimentare ale unui sistem complet de fișiere. (Ia te uită! Aici se duc cei 13,5 MB.) Pentru scrierea pe pachete, este necesar ca unitatea și programele să respecte sistemul UDF (Universal Disk Format), discutat în secțiunea „DVD-ROM“ din acest capitol.

## Depășirea inferioară la recepție

Indiferent de modul folosit, procesul de scriere a unui disc CD trebuie să fie continuu de la început până la sfârșit. Fasciculul laser este activat la începutul unei sesiuni și rămâne astfel până la terminarea sesiunii. Formatul CD impune intercalarea datelor între blocuri în timpul procesului de scriere, pentru a asigura integritatea datelor. Pentru intercalarea corespunzătoare a datelor, unitatea trebuie să le previzualizeze. În acest scop, unitatea folosește un buffer din care extrage datele care urmează să fie scrise pe disc.

Pentru ca laserul unei unități de CD-R să funcționeze continuu, trebuie să fie alimentat continuu cu date, astfel încât bufferul să conțină suficiente informații pentru realizarea corespunzătoare a intercalării. Dacă la un moment dat bufferul nu conține suficiente date pentru scriere, procesul de scriere este întrerupt. Spre deosebire de hard-discuri, unitatea de CD nu poate relua operația de scriere la următoarea rotație a discului. Eroarea rezultată în urma întreruperii fluxului de date se numește *depășire inferioară la recepție a bufferului* (buffer underrun).

Un CD-player vede întreruperile de sesiuni ca erori (ceea ce și sunt), care pot duce la imposibilitatea redării discului. Cu alte cuvinte, depășirea inferioară la recepție a bufferului conduce la pierderea discului. Unitățile de CD-R mai bune vă permit să închideți sesiunile întrerupte și să recuperați spațiul rămas pe disc pentru alte sesiuni.

Dacă programul vă permite, puteți să preveniți această eroare prin creșterea dimensiunii bufferului. O altă soluție este să pregătiți mai bine fișierele pe care vreți să le transferați pe CD. În particular, puteți să construiți pe hard-disc o imagine a CD-ului, care apoi poate fi transferată mai repede.

Cea mai bună strategie este să dedicați complet PC-ul procesului de scriere, descărcând din memorie orice program rezident, terminând toate procesele de fundal sau taskurile suplimentare dintr-un sistem multitasking. Programele de protejare a ecranului, alarmele și programele de comunicații (de exemplu, un modem care răspunde la un apel) pot întrerupe sesiunea CD, ceea ce poate duce la pierderea timpului, a sesiunii sau a întregului disc.

Sistemul trebuie să poată găsi cât mai repede posibil fișierele pe care urmează să le copieze pe CD. Copierea unui număr mare de fișiere mici poate fi o operație dificilă, mai ales dacă hard-discul este vechi, lent sau puternic fragmentat. Producătorii de sisteme pentru înregistrarea CD-urilor recomandă hard-discuri cu timpi de acces mai mici de 19 milisecunde. Hard-discurile de tip AV sunt preferabile, deoarece sunt proiectate pentru transferurile continue, uniforme de date și nu întrerup fluxul datelor din cauza unor funcții de întreținere, precum calibrarea termică. De asemenea, este recomandat să vă asigurați că fișierele nu sunt fragmentate înainte de a le transfera pe CD. Înainte de a începe scrierea CD-ului, rulați programul de defragmentare.

## Testarea

Pentru a preveni pierderea discurilor din cauza insuficienței datelor, cele mai multe programe pentru producerea discurilor CD-R master efectuează o testare a sesiunii de înregistrare înainte de a scrie datele pe disc. Testul implică executarea acelorași pași ca și în timpul operației reale – inclusiv operarea fasciculului laser în modul de scriere, dar păstrând puterea acestuia la nivelul de citire. Unitatea de CD-R parcurge întreaga operație de scriere, dar puterea scăzută a laserului împiedică modificarea (eventual deteriorarea) discului.

Dacă programul de înregistrare descoperă o problemă care ar provoca o eroare de depășire inferioară la recepție a bufferului sau o altă eroare, vă oferă sfaturi pentru ocolirea acesteia, de obicei prin trecerea unității de CD-R la o viteză de scriere mai mică sau, ca ultimă soluție, prin defragmentarea discului.

Singura problemă a testării executate înaintea scrierii este faptul că durează la fel de mult ca și operația de scriere propriu-zisă, ceea ce înseamnă dublarea timpului de înregistrare a fiecărui disc. Cele mai multe programe de înregistrare a discurilor master vă permit dezactivarea operației de testare. Deși faceți acest lucru pe propriul risc (cu posibila pierdere a unor CD-uri), opțiunea este viabilă pentru economisirea timpului atunci când doriți să înregistrați mai multe CD-uri. În general, dacă puteți să înregistrați fără probleme primul disc, nu trebuie să vă mai faceți griji privind înregistrarea celorlalte copii.

## Fixarea

Înainte ca un CD pe care îl înregistrați să poată fi citit de o unitate de CD-ROM sau un player audio dintr-un echipament stereo, acesta trebuie să aibă un tabel de cuprins general, în conformitate cu standardul ISO 9660. Procesul de finalizare a discului pentru citire se numește *fixare*. În procesul de fixare, discul este finalizat atunci când unitatea CD-R scrie *zona absolută de introducere* și *zona absolută de încheiere* pentru întregul disc.

Unitățile multisesiune pot să creeze și discuri *fixate pentru adăugare*. La înregistrarea sesiunilor individuale, sunt scrise tabelele de cuprins care reflectă conținutul fiecărei sesiuni, dar nu și zonele absolute de introducere și de încheiere. După adăugarea ultimei sesiuni pe disc, în procesul de finalizare, pe disc este inserată o indicație privind faptul că nu mai urmează nici o altă sesiune, precum și zonele absolute de introducere și de încheiere, completând tabelele de cuprins compatibile cu standardul ISO 9660. Cele mai multe programe de înregistrare a CD-urilor master se referă la acest proces de finalizare prin termenul *închidere*.

Programele care efectuează scrierea pe pachete – precum programul CDRFS (Compact Disc Recordable File System) al firmei Sony – pot necesita un proces numit *înghețarea* discurilor scrise pe pachete înainte ca acestea să poată fi folosite în unitățile de CD

obișnuite. În timpul procesului de înghețare, pe disc sunt scrise zonele de introducere și de încheiere. După înghețarea discului, pe acesta pot fi scrise și alte sesiuni, dacă mai există spațiu liber. Procesul de înghețare reduce capacitatea discului, folosind 13 MB pentru informațiile suplimentare necesare fiecărei sesiuni.

## Etichetarea

Ultima etapă în pregătirea unui disc CD-R pentru folosire este etichetarea acestuia, astfel încât să poată fi ulterior identificat fără a fi introdus în unitatea de CD. Aveți la dispoziție mai multe opțiuni – fiecare cu propriile cerințe și propriile limite – pentru etichetarea CD-urilor.

Cea mai simplă metodă de etichetare a unui CD este să scrieți direct pe suprafața acestuia, respectiv pe partea pe care deja sunt tipărite diferite informații despre producător. Puteți să scrieți oriunde pe această suprafață. Totuși, pentru a preveni deteriorarea discului, care poate să nu fie imediat evidentă, ci să afecteze informațiile de pe disc după o perioadă oarecare, este recomandată folosirea unui marcator pe bază de cerneală solubilă în apă. Marcatoarele cu mirosul „Magic Marker" specific conțin solvenți volatili care, în timp, pătrund prin stratul protector al discului și afectează stratul în care sunt stocate date. Nu folosiți niciodată pixuri, creioane, stilouri sau alte instrumente ascuțite pentru etichetarea CD-urilor. De asemenea, nu este recomandată nici folosirea creioanelor colorate, alternativa tradițională la instrumentele ascuțite, deoarece acestea lasă în urmă fragmente reziduale care pot pătrunde în mecanismele unității de CD în timpul redării discurilor. Mai mult, discurile se încălzesc în interiorul unității, ceea ce poate conduce la topirea cerii creioanelor și murdărirea discului și unității.

Etichetele dau CD-urilor un aspect mai profesional, deoarece puteți profita de avantajele oferite de posibilitățile imprimantelor pentru redarea unor texte de calitate bună sau a unor opere de artă colorate. Pe de altă parte, substanțele chimice conținute de stratul adeziv al unor etichete pot afecta pe termen lung mediul de stocare al discurilor. Folosiți numai etichete destinate CD-urilor.

Unii utilizatori au raportat probleme legate de etichete în cazul unităților de CD cu viteze mari (8x și 10x). Aceștia consideră că etichetele dezechilibrează discul în timpul funcționării, ducând la apariția unor vibrații. Producătorii de unități sunt de părere că aceste mici dezechilibrări nu afectează performanțele unității. Totuși, la viteze mari de rotație, neregularitățile suprafeței, cum ar fi etichetele îndoite sau încrețite, pot să creeze turbulențe și să împiedice mișcarea uniformă a discurilor. Asigurați-vă că etichetele sunt bine lipite pe suprafața discurilor și nu ies în afara acestora. Nu încercați să dezlipiți etichetele, nici chiar dacă sunt doar parțial lipite, deoarece s-ar putea să rupeți și o parte din suprafața discului împreună cu adezivul etichetei.

Unii producători oferă imprimante speciale proiectate pentru tipărirea CD-urilor. Modelele bazate pe ceară termică creează direct pe discuri etichete care arată ca și cum ar fi serigrafiate. Această tehnologie funcționează cu aproape orice tip de CD înregistrabil. Alte echipamente de etichetare a CD-urilor folosesc tehnologii bazate pe jet de cerneală. Pentru acestea este nevoie de discuri speciale, cu o suprafață special pregătită, la care aderă cerneala.

De obicei, etichetați discul după scrierea ultimei sesiuni. Unii producători de unități recomandă etichetarea discurilor *înainte* de scriere. Eticheta aplicată pe disc poate schimba unele dintre caracteristicile acestuia (optice sau mecanice). De exemplu, unele unități de CD-R folosesc circuite pentru controlul puterii optime (Optimal Power

Control) care asigură folosirea laserului de scriere cu eficiență maximă, modificându-i intensitatea în funcție de reflectivitatea discului. Dacă etichetați discul înainte de scriere, circuitele electronice ale unității pot să compenseze modificările determinate de etichetă. Ca rezultat, CD-urile vor fi mai fiabile.

## CD-Rewriteable

CD-RW este prescurtarea de la CD-Rewriteable (CD cu rescriere), ceea ce înseamnă că aceste unități pot crea CD-uri pe care puteți să le ștergeți și să le refolosiți. De fapt, puteți să tratați un CD cu rescriere ca și cum ar fi o dischetă mai mare sau un hard-disc mai lent. Toate unitățile de CD-RW funcționează și ca unități de CD-R, conformându-se aceluiași standard Orange Book.

Diferența dintre unitățile de CD-R și CD-RW este mediul de stocare. Dacă introduceți un disc CD-R gol într-o unitate de CD-RW obțineți o înregistrare permanentă care nu mai poate fi ștearsă. În cazul unui disc CD-RW, puteți să rescrieți și să refolosiți spațiul, datorită mediului cu schimbare de stare.

Unitățile de CD-RW sunt, de fapt, a treia încarnare a tehnologiilor bazate pe schimbarea de stare. Primele unități, cunoscute sub numele Phase Change Recordable, sau PCR, au fost produse de Toray Industries. Acestea foloseau un disc puțin mai mare decât CD-urile actuale, având un diametru de 130 de milimetri în loc de 120, ceea ce le făcea incompatibile fizic cu unitățile de CD. Ambele suprafețe ale discului puteau fi înregistrate, oferind o capacitate totală de 1,5 GB pentru fiecare disc. Formatul PD ale firmei Panasonic a redus dimensiunea discurilor la aceeași mărime ca și discurile CD actuale și a modificat formatul de stocare. Formatul de scriere folosește sectoare de 512 octeți, față de sectoarele de 2.048 de octeți sau mai mari folosite de CD-uri, ceea ce le face incompatibile din punct de vedere logic cu acestea. Nu puteți să copiați un CD pe un mediu PD. Mai mult, formatul logic folosit de sistemul PD limitează capacitatea acestora la 650 MB, în comparație cu capacitatea totală de 680 MB a unui CD. În plus, materialul cu schimbare de stare folosit de discurile Panasonic PD nu este compatibil cu capetele optice și circuitele electronice ale unităților de CD. Deși circuitele electronice ale unităților Panasonic pot manipula atât medii cu schimbare de stare, cât și medii CD convenționale, discurile PD nu pot fi folosite decât în unitățile PD.

Din cauza reflectivității mai mici a mediului CD-RW, discurile cu schimbare de stare nu pot fi citite în multe dintre primele unități de CD-ROM și CD-R (cele produse înainte de 1998). Unitățile mai noi includ un circuit de compensare, numit *control automat al câștigului* (automatic gain control).

În privința funcționării, o unitate CD-RW seamănă mai mult cu un hard-disc convențional decât cu o unitate de CD-R. Unitatea poate să actualizeze tabelul de conținut în orice moment, astfel încât puteți să adăugați fișiere și piste fără să fie necesare informațiile suplimentare ale unor noi sesiuni. Sub Windows, puteți să trageți fișiere pe o unitate de CD-RW la fel cum faceți cu orice alt disc. Rețineți, totuși, că formatul folosit în timpul funcționării unității de CD-RW este diferit de formatul CD-urilor convenționale. Pentru citirea unui disc CD-RW într-o unitate de CD-R sau CD-ROM, discul trebuie să fie închis – o operație care reorganizează formatul discului. În implementarea tipică, procesul de reorganizare are nevoie de spațiu liber pe disc, așa că nu puteți să umpleți un disc CD-RW cu date și apoi să îl folosiți într-o unitate de alt tip.

# DVD-ROM

Pentru PC, stocarea pe discuri DVD este asemănătoare cu orice alt sistem de discuri. Informațiile sunt organizate în blocuri de 2 KB, corespunzătoare clusterelor dintr-un sistem de discuri. Structura fișierelor corespunde formatului Micro UDF/ISO Bridge. De fapt, acesta face legătura dintre două formate de stocare. Formatul UDF (*Universal Date Format*) a fost proiectat de Optical Storage Technology Association, un grup de companii implicate în stocarea optică, pentru a face datele stocate pe discuri optice independente de sistemul de operare (de aici, termenul „universal“). Scopul era de a vă permite să scrieți un disc optic pe calculatorul dumneavoastră și apoi să îl citiți pe orice alt calculator din lume, indiferent de sistemul de operare, de microprocesor și chiar de sursa de alimentare. Formatul UDF definește structura datelor (partiții, fișiere, sectoare), corectarea erorilor, seturile de caractere și metoda de citire/scriere a sistemului DVD. Standardul ISO 9660 definește structura de directoare de tip arbore (la fel cu cea folosită pentru CD-uri), compatibilă cu Windows și cu alte sisteme de operare răspândite. Structura generală a discului corespunde cu formatul UDF, peste care este suprapusă structura ISO 9660, cu intenția ca, în final, suportul ISO 9660 să fie eliminat complet.

În momentul scrierii acestei cărți, specificațiile UDF au ajuns la versiunea 2.0, nivelul recomandat de OSTA pentru producătorii de discuri DVD-ROM. Discurile și echipamentele DVD-Video au rămas la specificațiile UDF 1.02. Puteți să descărcați ambele versiuni ale specificațiilor de la adresa `www.osta.org`.

Formatul Micro UDF/ISO Bridge impune unele limite pentru DVD. Una dintre limitele deseori citate este dimensiunea maximă de 1 GB pentru fișiere. Această restricție este aplicată numai discurilor DVD-Video. Deși acest lucru pare incompatibil cu două ore de redare video continuă, sistemul DVD a fost proiectat pentru înregistrarea unui număr mare de fișiere mici (incluzând informații video, audio și de control), prelucrarea acestora și transmiterea la ieșire a unui flux video continuu.

Pe disc, blocul de date este divizat și înregistrat în mai multe locuri, pentru a îmbunătăți corectarea erorilor. Deoarece adâncițurile de pe disc au dimensiuni mici, o pată sau o zgârietură poate acoperi o suprafață mare de stocare. Divizarea datelor împarte potențialele erori de citire în unități diferite de stocare, astfel încât acestea pot fi detectate și corectate mai ușor.

Pentru stocarea pe disc, fiecare bloc de 2 KB este transformat într-un sector fizic de 2.064 de octeți. Sectorul este apoi împărțit în 12 rânduri de câte 172 de octeți. Cele 10 rânduri centrale stochează numai date. Primul rând începe cu un antet de 12 octeți pentru identificarea unității de stocare. Patru octeți stochează informațiile de identificare, iar doi octeți sunt folosiți pentru corectarea erorilor din datele de identificare. Ceilalți șase octeți din antet sunt rezervați. Următorii 160 de octeți ai primului rând conțin date. Ultimul rând al fiecărui sector se termină cu patru octeți pentru informații de detectare și corectare a erorilor din zona de date a sectorului.

Șaisprezece sectoare sunt intercalate pentru formarea unei unități mai mari de stocare, numită bloc. La fiecare rând din bloc sunt adăugați zece octeți cu cod de corectare a erorilor, iar blocului rezultat îi corespund alte 16 rânduri cu cod de corectare a erorilor. Rezultatul este un bloc de 37.856 de octeți, din care aproximativ 15 procente sunt dedicate corectării erorilor. Blocurile sunt apoi scrise secvențial pe disc.

Formatul DVD-ROM permite înregistrarea atât cu viteză liniară constantă, cât și cu viteză unghiulară constantă. Prima metodă favorizează capacitatea, pentru aplicațiile cu

acces secvențial (audio și video). A doua îmbunătățește viteza de acces aleatoriu, dar reduce capacitatea fiecărui strat. Deși este o parte inerentă a specificațiilor DVD-ROM, înregistrarea cu viteză unghiulară constantă a fost folosită, în principal, pentru diferitele formate cu rescriere.

Suportul necesar pentru citirea discurilor DVD-ROM de tip UDF este integrat în Windows 98 și va fi o parte a sistemului de operare Windows 2000. Pentru versiunile Windows mai vechi sunt necesare drivere separate, de obicei furnizate o dată cu unitățile de DVD. Pe lângă programele de decodare, pentru redarea discurilor DVD-Video sunt necesare driverele DirectShow 5.2, incluse în Windows 98. Versiunile mai recente pot fi descărcate din situl Web Microsoft, la adresa `www.microsoft.com`. De obicei, unitățile de DVD includ decodorul (software sau o placă separată de decodare MPEG) și driverele DirectShow necesare.

# DVD-Video

Sistemul DVD-Video dedică o pistă informațiilor video, care pot să folosească metodele de codare MPEG1 sau MPEG2. Toate discurile comerciale folosesc codarea MPEG2, deoarece funcționează mai bine. Un player DVD dedicat poate să facă redare video pentru televizor sau pentru monitor. Folosind tehnologiile curente, o unitate de DVD-ROM dintr-un PC funcționează cel mai bine cu un decodor MPEG2 hardware separat. Numai cele mai rapide PC-uri pot să decodifice informațiile MPEG2 în timp real și nici acestea nu funcționează la fel de bine ca decodoarele hardware dedicate. Mai mult, PC-ul trebuie să-și dedice aproape întreaga putere de prelucrare decodificării semnalelor video, rămânând foarte puțin timp pentru alte operații.

Sistemul DVD-Video (la fel ca orice alt sistem video digital) nu ar fi posibil fără comprimare. Datele DVD-Video au la origine o rată de 124 Mbiți/sec, care trebuie să fie comprimate până la rata maximă permisă de standardul DVD, adică 9,6 Mbiți/sec. Rata medie pe biți este de aproximativ 3,5 Mbiți/sec. În ciuda comprimării masive, sistemul DVD oferă o rezoluție dublă față de videocasetele VHS. Un sistem DVD-Video tipic produce o rezoluție orizontală de aproximativ 500 de linii, în comparație cu mai puțin de 240 de linii în cazul benzilor VHS.

Standardul DVD-Video depășește cu mult sistemele VHS și CD-Video actuale. Acesta acceptă atât imaginile convenționale, cu un raport de 4:3 între dimensiuni, cât și imaginile cu raport 16:9, preferate pentru sistemele de televiziune cu definiție înaltă. Conform standardului, unitățile de DVD trebuie să aibă filtre integrate pentru transformarea imaginilor 16:9 în imagini cu raport 4:3 – cu alte cuvinte, conversie integrată pentru format „cutie poștală“ (letterbox). De asemenea, unitățile de DVD vă permit să măriți imaginea ca să umpleți ecranul pe înălțime cu o imagine 16:9, cu margini pe ambele părți. Codarea MPEG-2 oferă o rezoluție spațială de patru ori mai mare decât în cazul codificării MPEG-1, folosită de unele sisteme CD, și permite afișarea cu calitate înaltă, cu 480 de linii și 720 de pixeli pe fiecare linie, cu un flux de date de 4 MB/sec. Ca pentru orice tehnică de comprimare video, rata exactă de comprimare depinde de complexitatea imaginii. De obicei, o imagine de calitate foarte bună are nevoie de *mai puține* date decât o imagine de calitate scăzută, afectată de zgomote. Rezoluția pe ecran produsă de un sistem DVD se încadrează într-un domeniu de 480-500 de linii orizontale. Spre deosebire de alte sisteme video – VCR și LaserDisc – discurile DVD stochează imaginile pe componente, cu imagini separate pentru roșu, verde și albastru. Alte formate de consum folosesc imagini video compuse.

Standardul DVD introduce și conceptul de subimagini, care sunt imagini suplimentare cu număr limitat de culori, ce pot fi multiplexate cu datele audio și video principale. Standardul DVD permite stocarea a cel mult 32 de subimagini, care pot fi meniuri pentru sistemele de control, subtitrarea filmelor în limbi străine sau informații de producție. Fiecare subimagine poate avea 720x480 pixeli, în patru culori.

Rețineți că DVD-Video nu înseamnă același lucru cu televiziunea cu definiție înaltă (High Definition Television – HDTV). Aproape singurul lucru pe care îl au în comun cele două sisteme este raportul de 16:9 între dimensiuni, acceptat de ambele sisteme. Standardul DVD-Video este mai apropiat de standardul video NTSC, oferind un nivel de calitate similar cu cel obținut într-un studio de televiziune.

O imagine HDTV are de cinci ori mai mulți pixeli decât formatul video DVD. Formatul comprimat necesită o rată de transfer al datelor aproape de două ori mai mare (aproximativ 19,4 Mbiți/sec). Desigur, mediul DVD-18 oferă capacitatea necesară pentru stocarea imaginilor HDTV, dar este nevoie de un nou format de stocare și redare pentru asigurarea ratei necesare de transferare a datelor.

DVD imită sistemele HDTV, oferind un format cu raportul dimensiunilor specific imaginilor mai late. Standardul DVD acceptă atât vechiul raport de afișare pentru televiziune și video, 4:3, cât și raportul HDTV, 16:9. Totuși, imaginile late au același număr de pixeli ca și imaginile 4:3. Imaginea este comprimată anamorfic. La redare, pixelii sunt extinși pe orizontală, pentru obținerea raportului de afișare lărgit. Standardul permite afișarea imaginilor late în trei moduri diferite, pe care puteți să le selectați la redarea unui disc:

**Modul de afișare în „cutie poștală“ (letterbox)** cu lățimea completă a imaginii, lăsând benzi negre de 60 de linii în părțile de sus și de jos ale ecranului.

**Modul de afișare cu scanarea panoului** umple ecranul, pe lățime, cu o fereastră decupată din imaginea mai lată. Fereastra este dinamică. Discul stochează indicații, stabilite de regizorul filmului sau de producătorul discului, astfel încât fereastra este ghidată să urmărească acțiunea din imagine.

**Modul de afișare pe ecran lat** oferă imagini cu lățime maximă, pe ecrane cu raport de afișare 19:6.

Informațiile audio care însoțesc partea video pe un disc DVD pot lua multe forme. Cel mai răspândit format (folosit pentru aproape toate discurile cu filme) este Dolby Digital. Deși sistemul Dolby Digital acceptă până la 5,1 canale de audio PCM, standardul recunoaște și formate mai slabe – inclusiv înregistrări mono sau stereo simple. Cu alte cuvinte, o etichetă pe care scrie „Dolby Digital“ de pe cutia unui film nu oferă nici o garanție privind sunetul pe mai multe canale.

Suportul audio necesar depinde de standardul respectat de imaginile video înregistrate. Discurile care conțin format video NTSC (standardul pentru America de Nord și Japonia) trebuie să folosească sistemul Dolby Digital. Discurile care conțin format video PAL (Europa și aproape tot restul lumii) trebuie să folosească formatul audio MPEG 2. Și alte formate audio pot, opțional, că acompanieze oricare dintre cele două standarde video.

Standardul DVD-Video acceptă opt piste audio, fiecare pistă fiind un singur flux de date, care poate conține unul sau mai multe canale audio. Fiecare dintre aceste canale poate să folosească unul dintre cele cinci sisteme de codare posibile. Pe lângă Dolby Digital (cu până la 5,1 canale pe pistă), toate unitățile de DVD trebuie să poată decoda

semnale audio PCM, cu până la 8 canale pe pistă (potențial 64 de canale pe disc, dar viteza reală a datelor limitează la valori mai mici numărul canalelor) și audio MPEG (cu până la 7,1 canale pe pistă). Sistemele de decodare opționale – care pot fi incluse în circuitele unei unități de DVD sau furnizate ca accesorii – includ formatele *Digital Theater Sound* (DTS) și *Sony Dynamic Digital Sound* (SDDS). Capitolul 19, „Sistemul audio“, oferă mai multe detalii despre aceste sisteme.

Discurile video DVD sunt încărcate cu mai multe straturi de protecție la copiere, legate atât de hardware, cât și de sistemul de operare. Protecția la copiere se face pe trei niveluri – analogic, serial și în codarea digitală:

**Protecția analogică la copiere** modifică semnalul video de ieșire, astfel încât acesta pare deteriorat pentru videocasetofon, atunci când încercați să-l înregistrați. Sistemul analogic de protecție (*Analog Protection System* sau APS) folosit în prezent adaugă o modulație rapidă în semnalul de culoare (numit *bandă de culoare*) și impulsuri în semnalul de sincronizare verticală (numit AGC, deoarece are ca scop derutarea circuitului de câștig automat – Automatic Gain Control – al videocasetofonului). Plăcile video cu ieșiri video convenționale (semnal video S sau compus) trebuie să includă sistemul APS. Discurile DVD-Video controlează dacă sistemul APS este folosit la redare, semnalând echipamentelor de redare să activeze sau să dezactiveze sistemul APS.

**Protecția serială la copiere** specifică în semnal dacă acesta poate fi copiat. *Sistemul de gestionare a generării la copiere* adaugă în linia 21 a semnalului video NTSC informații care precizează echipamentelor dacă este permisă copierea. Deși sistemul DVD-Video codifică diferit linia 21, informațiile sunt regenerate la ieșirea video analogică a echipamentelor de redare DVD și a plăcilor video.

**Codarea digitală** criptează forma digitală a fișierelor de pe mediul de stocare, cerând echipamentului de redare video să aibă cheia necesară pentru decriptarea codului. Sistemul de licențiere DIVX funcționează prin codare digitală.

În plus, discurile DVD sunt marcate cu un cod regional, un număr care specifică partea lumii în care redarea discului este permisă. Echipamentele de redare DVD verifică dacă numărul codat în hardware corespunde cu codul produselor software. Dacă cele două nu se potrivesc, discul nu poate fi redat. Cutiile mediilor DVD sunt marcate cu codul regiunii, sub forma unui număr pe pictograma unui glob, numărul corespunzând uneia dintre cele șase regiuni prezentate în Tabelul 12.5.

**Tabelul 12.5** Coduri regionale pentru discurile DVD

| *Număr de cod* | *Regiune* |
|---|---|
| 1 | Canada, Statele Unite (inclusiv teritoriile US) |
| 2 | Egipt, Europa, Japonia, Orientul Mijlociu, Africa de Sud |
| 3 | Asia de Est și de Sud-Est |
| 4 | America Centrală și de Sud, reginea Mării Caraibilor, Australia, Noua Zeelandă, insulele din Pacific |
| 5 | Africa, fosta Uniune Sovietică, subcontinentul indian, Mongolia, Coreea de Nord |
| 6 | China |

# DVD-Audio

Încă de la introducerea formatului CD-DA, puritanii audio au insistat că nu era suficient de bun. Aceștia puteau auzi un sunet digital distinct (orice ar fi și acesta) care interfera cu sentimentul de încântare oferit de muzică. Conform acestor puritani, compromisurile făcute în proiectarea formatului CD-DA afecta calitatea sunetelor. Rata de eșantionare relativ scăzută necesară pentru înregistrarea unei cantități suficient de mari de informații pe un disc impunea folosirea unor filtre trece-jos de calitate pentru eliminarea semnalelor digitale din semnalul audio și, chiar și așa, limita superioară de frecvență era prea joasă ca să permită înregistrarea tuturor informațiilor captate pe vechile benzi analogice.

Capacitatea uriașă a sistemului DVD elimină necesitatea compromisurilor folosite de sistemele CD-DA și eliberează potențialul unei calități audio superbe – destul pentru a satisface chiar și ascultătorii cu urechi de 24 de carate. Implementarea pur audio a standardului DVD – numită DVD-Audio – nu este destinată numai puritanilor. Sistemul poate să utilizeze capacitatea de ordinul gigaocteților pentru a stoca date audio de calitate mai bună, mai multe canale sau ambele.

În timp ce discurile CD sunt construite în jurul ratei de eșantionare de 44,1 KHz, sistemul DVD acceptă atât această rată de eșantionare (și întregul standard Red Book), cât și o rată de 48 KHz, folosită de sistemele audio profesionale, și o rată de 96 KHz, pentru sunetele de înaltă calitate. Pe lângă datele audio pe 16 biți folosite în prezent, standardul DVD acceptă și date audio pe 24 de biți, precum și câteva formate multicanal comprimate pentru acompanierea semnalelor video. Standardele audio multicanal variază în funcție de standardul video folosit, Dolby AC-3 (cu opt canale audio) fiind folosit pentru standardul video NTSC.

Opțiunile admise pentru codarea PCM liniară sunt variate. Sistemul acceptă până la șase canale, pe 16, 20 sau 24 de biți. Pentru înregistrare pot fi folosite oricare dintre cele două familii de rate pe biți – 44,1 KHz ai standardului Red Book, suplimentată cu multiplii 88,2 și 176,4 KHz, sau rata de bază de 48 KHz, suplimentată cu multiplii 96 și 192 KHz. Cea mai mare rată de eșantionare și adâncimea maximă pe biți (192 KHz pe 24 de biți) permit răspunsuri apropiate de 96 KHz, cu un domeniu dinamic apropiat de 144 dB. Rata maximă de transferare a datelor acceptată de sistem, 9,6 Mb/sec, limitează sistemul la două canale pentru aceste semnale de calitate ridicată, iar capacitatea de stocare a discului DVD limitează timpul de redare (la acest nivel de calitate) la aproximativ 67 de minute.

Pentru extinderea timpului de redare, standardul DVD-Audio permite diferite tipuri de comprimare a datelor, inclusiv MPEG. Cel mai interesant tip este *MLP*, care este prescurtarea de la Meridian Lossless Packing (împachetare meridian fără pierderi). Așa cum sugerează și numele, sistemul funcționează la fel ca metodele de comprimare a fișierelor și reduce redundanța datelor, dar permite reconstruirea integrală a semnalului original în timpul decodificării. Comprimarea extinde timpul de redare suficient de mult pentru a oferi până la 135 de minute de semnal audio, pe 6 canale, pe 24 de biți, cu eșantionare la 96 KHz.

Pentru a asigura compatibilitatea semnalelor audio pe șase canale cu sistemul audio stereo pe două canale, standardul DVD-Audio încorporează o tehnică specială de gestionare de către sistem a resurselor audio (*System-Managed Audio Resource Technique*), sau SMART (complet diferită de tehnologia S.M.A.R.T. de prezicere a defectării hard-discurilor). Acest sistem permite producătorului unui disc DVD audio să determine mixajul optim care combină canalele pentru fiecare selecție de pe disc.

Informațiile de mixare sunt stocate ca un tabel de coeficienți – nivelul alocat fiecărui canal în mixaj – și fiecare selecție de pe disc poate avea propriul tabel. Pe un disc pot fi stocate cel mult 16 tabele.

Pe lângă semnalele audio digitale, discurile DVD-Audio acceptă și alte tipuri de date. Standardul permite includerea a cel mult 16 imagini statice pentru fiecare pistă, precum și sincronizarea textului cu muzica. În plus, sistemul DVD-Audio asigură un sistem de navigare de tipul celor folosite pentru calculator, printr-un sistem de meniuri orientate spre ecran (sau un sistem de control simplificat pentru echipamentele de redare audio care nu au acces la ecranul unui calculator).

# Formate DVD care permit scrierea

Următorul pas după DVD este echivalentul unui disc CD-RW, un DVD cu rescriere. Deși există deja asemenea unități, acestea încă au probleme. În prezent, unitățile DVD cu rescriere folosesc trei formate de înregistrare mutual incompatibile, și încă nu se știe care dintre acestea va deveni standardul final. În plus, astfel de unități sunt destul de scumpe. Dacă nu sunteți un mare pasionat, probabil este de dorit să evitați aceste produse, până când lucrurile se vor mai așeza. Secțiunile următoare vă oferă o prezentare rapidă a produselor disponibile.

## DVD-R

Fiind un mediu cu o singură scriere, echivalent cu mediul CD-R, discurile DVD-R folosesc aceeași tehnologie bazată pe vopsea polimerică, specifică discurilor preformatate. În prezent, discurile DVD-R pot să stocheze numai 3,9 GB de date, deși se așteaptă ca până la sfârșitul anului unitățile să ofere o capacitate de 4,7 GB. Nu este de așteptat ca discurile DVD-R să devină un mediu de consum, dar ar putea fi folosit pentru unele aplicații de pre-imprimare – producerea discurilor promoționale înainte de ștanțarea discurilor DVD comerciale. Primele unități costau aproape 20.000$, iar cele din a doua generație costă aproximativ 5000$. Oficial, formatul DVD-R se regăsește în standardul ECMA-279.

## DVD-RW

Bazat pe formatul DVD-R, un disc DVD-RW poate să stocheze doar 3,9 GB de date, deși este promisă o capacitate de 4,7 GB. Unitățile de DVD-RW se înscriu în același domeniu de prețuri ca și unitățile de DVD-R, ceea ce le face un produs pentru pregătirea discurilor DVD-ROM, nu un produs de consum. Un disc DVD-RW poate fi rescris de aproximativ 1.000 de ori, permițând producătorilor să-și rafineze creațiile.

## DVD-RAM

Ca principală ofertă de consum a forumului DVD în domeniul formatelor DVD înregistrabile, standardul DVD-RAM promite să extindă tehnologia CD-RW la nivelul mai multor gigaocteți. În forma inițială, discurile DVD-RAM pot stoca numai 2,6 GB, dar producătorii lucrează la extinderea capacității până la 4,7 GB pentru un disc. Ca și discurile CD-RW, tehnologia DVD-RAM folosește medii cu schimbare de stare și o pistă ondulată gravată pe discuri pentru sincronizarea sistemului la scrierea datelor. Pornind de la un preț de 500-800$, scopul unităților de DVD-RAM este de a concura unitățile Jaz ale firmei Iomega. Viața estimată a unui disc este mai mare de 100.000 de cicluri de scriere. (Pentru citire nu există limite.) Hitachi a pus la punct un model de unitate de DVD-RAM care folosește discuri cu diametrul de opt centimetri, pentru camere video.

## DVD+RW

Dezvoltat în colaborare de firmele Philips și Sony, formatul DVD+RW se bazează tot pe tehnologia CD-RW și este o dezvoltare mai directă a acestui format. Discurile DVD+RW folosesc medii cu schimbare de stare și au gravată o pistă ondulată pentru asigurarea sincronizării la scrierea datelor. Formatul datelor, ca și modurile de funcționare de bază, sunt aceleași cu ale unităților de DVD-ROM. Pentru aplicațiile care necesită acces aleatoriu, sistemul folosește înregistrarea cu viteză unghiulară constantă pe zone, care limitează capacitatea discurilor la 2,8 GB pe o față. Se preconizează ca unitățile din a doua generație să fie compatibile cu sistemele DVD-R și DVD-RW și să stocheze până la 4,7 GB/disc. Sony susține că unitățile DVD+RW vor fi complet compatibile la citire și scriere cu toate formatele optice importante, inclusiv CD-ROM, CD-R, CD-RW, CD audio și video, DVD-ROM și DVD-Video. Deși nu este sprijinit de Forumul DVD, formatul DVD+RW este standardizat de specificațiile ECMA-247.

# Capitolul 13
# Benzile magnetice

*Benzile magnetice sunt destinate salvărilor de siguranță – o modalitate de a vă asigura că un dezastru nu vă va face să pierdeți toate datele valoroase. De asemenea, unele dintre sistemele standardizate de benzi magnetice pot fi folosite ca medii de schimb – discheta unei ere a megaocteților. Sistemele de bandă magnetică există în diferite formate, cu capacități, viteze și modalități diferite de folosire. Totuși, cele mai bune sunt cele mai ușor de folosit.*

Cele mai bune opțiuni pentru salvare

| *Mediu* | *Cunoscut și sub numele* | *Avantaje și dezavantaje* |
|---|---|---|
| Cartușe de un sfert de inci | QIC, DC600 | Prima și cea mai veche tehnologie, acum îmbătrânită. Capacitate moderată, viteză moderată, cost moderat pentru cartușe și unități. |
| Minicartușe | Travan, Ditto | Cost moderat pentru cartușe, capacitate moderată, cel mai mic preț inițial. |
| DDS | DAT | Cost mic pentru cartușe, capacitate moderată, viteză moderată, compacte, preț de cumpărare moderat. |
| DLT | Digital Linear Tape | Cost mare pentru cartușe, capacitate mare, viteză mare, preț mare. |
| LTO | Linear Tape Open | Cost mare pentru cartușe, capacitate mare, viteză mare, preț mare. |
| CD-R | CD-Read only | Medii de stocare ieftine, dar cu folosire unică, viteză moderată, capacitate mică, preț scăzut. |
| CD-RW | CD-Read/write | Cost moderat pentru mediul de stocare, viteză moderată, capacitate mică, preț scăzut. |
| Duplicarea discurilor | | Cel mai mic preț disponibil, dar nu este un sistem de salvare propriu-zis, asigurând o protecție limitată. |

Încredere înseamnă să vă lăsați posesiunile cele mai valoroase – în scopul de a le proteja – în seama unei cutii sigilate în care se află o mașinărie fragilă pe care nu o înțelegeți, cu toleranțe extrem de mici și vulnerabilă la o mulțime de factori – șocuri electrice, lovituri și chiar îmbătrânire. Un pas greșit și comorile dumneavoastră vor fi pierdute.

O asemenea încredere fără nici o bază nu are ce căuta în afaceri și, cu siguranță, nu are nici un rol în lumea riguroasă a calculatoarelor personale, dar este exact ceea ce faceți de fiecare dată când salvați un fișier pe unitatea de hard-disc. Trimiteți datele către o cutie complexă, sigilată, și sperați să le regăsiți cândva. Tehnologia ne-a dat această încredere, dar, pentru cazurile când este greșit folosită, tot tehnologia ne-a oferit și sistemele pentru salvări de siguranță.

Un sistem pentru salvări de siguranță vă ajută să dormiți noaptea – nu printr-o acțiune narcotică (în mod sigur, benzile magnetice nu creează dependență), ci asigurându-vă

pacea sufletească. Nu trebuie să vă faceți griji că PC-ul a explodat din cauza supraîncărcării, că biroul a luat foc din cauza creierelor prea încinse sau că hoții v-au furat calculatorul și toate informațiile de care aveți nevoie pentru afaceri. Având un sistem de salvare corespunzător, puteți oricând să faceți o copie a celor mai valoroase date pe un mediu amovibil, pe care să îl stocați într-un loc sigur. În cazul unui dezastru – care este inevitabil – aveți întotdeauna la dispoziție o copie de pe care puteți reface informațiile originale.

Conceptul este simplu, dar departe de perfecțiune. Un sistem de salvare trebuie să aibă o combinație de caracteristici contradictorii. Mediul de salvare trebuie să fie permanent, dar refolosibil, sigur, dar portabil, fiabil, dar ieftin, ușor de folosit, dar să fie un echipament pentru PC-uri. În principal, trei tipuri de echipamente de stocare satisfac aceste cerințe: compact-discurile înregistrabile și cu rescriere (despre care am discutat în capitolul anterior), cartușele de discuri și benzile magnetice, care reprezintă subiectul acestui capitol.

# Elemente de bază

Benzile au fost primele sisteme magnetice de stocare masivă folosite pentru calculatoare, încă de pe vremea calculatoarelor Univac, de mărimea unei camere, și a tuburilor cu vid. Benzile magnetice s-au dovedit un înlocuitor bun pentru cartelele și benzile de hârtie perforate – sistemul primar de stocare a datelor pentru calculatoarele mainframe. Ulterior, transferurile de informații au devenit un domeniu important de utilizare a benzilor magnetice. Bazele de date puteau fi transferate cu ușurință de la un sistem la altul cu ajutorul rolelor de bandă magnetică. După ce discurile magnetice au preluat rolul de sistem principal de stocare, sistemele de benzi magnetice au fost adaptate pentru salvările de siguranță.

În momentul intrării în lumea calculatoarelor personale, benzile magnetice trecuseră deja printr-un proces de evoluție în mediul calculatoarelor mainframe. Banda magnetică nu a fost considerată niciodată sistem primar de stocare – poate doar în visele urâte ale proiectanților primelor PC-uri, care au inclus în aceste mașini un port pentru casete, complet ignorat de milioane de utilizatori. În lumea PC-urilor, benzile magnetice au îndeplinit încă de la început rolul pe care îl au și astăzi, acela de mediu de bază pentru salvările de siguranță. De la primele sisteme, benzile magnetice s-au dezvoltat în același ritm cu discurile pentru a căror salvare sunt folosite. Pornind de la sisteme care nu puteau stoca decât 30 MB pe fiecare bandă, sistemele moderne încarcă mai mulți gigaocteți în cartușe compacte, ușor de folosit.

După o jumătate de secol de dezvoltare, benzile magnetice pot juca un rol important în PC-ul dumneavoastră, nu numai ca mijloc de protejare a datelor, ci și ca mediu de arhivare și de transfer. Benzile magnetice nu au concurent ca mediu ieftin pentru stocarea în siguranță a datelor pe termen lung. Cartușele cu bandă actuale reprezintă cea mai bună modalitate pentru stocarea mai multor gigaocteți de date într-un singur pachet și cea mai bună cale de a păstra mai multe copii ale celor mai importante fișiere, astfel încât să nu riscați să pierdeți informații nici dacă cel mai grav dezastru vă lovește PC-ul, casa sau biroul.

De-a lungul istoriei PC-urilor, la fiecare câțiva ani, benzile magnetice au fost luate în considerare și ca mediu de distribuție – o modalitate prin care distribuitorii de software pot să-și livreze produsele. Atunci când programele au depășit capacitatea ce putea fi asigurată de un număr rezonabil de dischete, unii producători s-au gândit la sistemele

de bandă pentru distribuirea produselor. Ideea nu a prins, iar compact-discul a făcut repede să dispară astfel de gânduri – cel puțin pentru moment. Dar cu programe pentru care este nevoie de o duzină de CD-uri și tehnologia DVD-ROM încă în dezvoltare, s-ar putea să fi sosit momentul în care unii ingineri se vor gândi că cei 40 GB ai cartușului DDS-5, nu mai mare decât o casetă audio, reprezintă un mediu ideal de distribuție și de schimb. În definitiv, și porcii mai zboară din când în când, cel puțin în unele realități alternative.

# Mediile de stocare

Ca entitate fizică, banda magnetică este, în același timp, simplă și sofisticată. Modelul este foarte simplu, reprezentând un mediu perfect de stocare secvențială – o panglică lungă și subțire, pe care sunt stocate în ordine secvențe de informație. Partea sofisticată este legată de materialele folosite pentru fabricare.

## Banda

Banda folosită de orice sistem este formată din două părți principale – suportul și pelicula. Suportul oferă rezistența necesară pentru a evita distrugerea benzii în timp ce este deplasată înainte și înapoi pe calea de transport. Progresele calitative ale materialului folosit ca suport reflectă dezvoltarea industriei materialelor plastice. Primele benzi magnetice foloseau ca suport hârtia. La scurt timp după apariția echipamentelor de înregistrare comerciale, la începutul anilor 1950, a fost adoptat celuloidul (acetatul de celuloză, materialul plastic folosit deja de trei decenii pentru filmele fotografice). Materialul plastic cel mai bun este poliesterul, cu faima unui costum de lux. Pentru benzile magnetice, poliesterul are calități deosebite – flexibilitate, rezistență și procent mic de întindere pentru lungimi mari ale benzii. Aceste calități sunt necesare pentru a rezista la răsucirile impuse de mecanismul unității de bandă, la vitezele mari de derulare și la schimbările bruște de direcție. Grosimea tipică a stratului de suport al benzii magnetice variază de la 0,25 mil (miimi de inci) la 1 mil, adică între 10 și 40 microni.

Lățimea stratului de suport depinde de aplicația căreia îi este destinată banda magnetică. Benzile mai late oferă un spațiu mai mare pentru stocarea datelor, dar sunt mai scumpe și, dincolo de un anumit punct, mai greu de împachetat. Benzile cele mai înguste, folosite de obicei pentru casete, măsoară 0,150 inci (3,8 milimetri). Benzile cele mai late folosite pentru calculatoare măsoară 0,5 inci (12,7 milimetri). Modul de proiectare a echipamentelor și formatul de stocare determină lățimea benzii folosite.

La fel ca stratul de suport, a evoluat și pelicula magnetică, în același timp cu toate mediile magnetice. În timp ce, la un moment dat, benzile erau acoperite cu oxizi magnetici dopați, peliculele magnetice moderne conțin particule de metale pure, aplicate cu adezivi speciali, sau chiar pelicule metalice, placate sub formă de vapori. Peliculele magnetice ale benzilor respectă aceleași principii ca toate celelalte medii magnetice; forma este diferită, dar compoziția rămâne aceeași. La fel ca toate sistemele de stocare magnetice, benzile magnetice moderne au coercitivități mai înalte și acceptă densități de stocare mai mari.

## Cartușele

Luate ca atare, benzile magnetice sunt destul de greu de manipulat. Alegeți o bandă de lungime ceva mai mare și veți avea imediat în mână un ghem greu de descurcat. Singurul loc în care banda este folosită ca atare este bucla fără sfârșit (un capăt lipit de celălalt), în incinte speciale folosite de aparatele de multiplicare audio sau video. În toate celelalte aplicații, benzile magnetice sunt înfășurate pe role sau sunt închise în cartușe.

La început au fost folosite rolele. Acestea sunt simple mosoare pe care este înfășurată o bandă de o anumită lungime și reprezintă cea mai simplă modalitate de transportare a benzilor. Sub această formă, benzile magnetice poartă numele de *rolă deschisă* (open reel). Unitățile de bandă au nevoie de două role, una pentru furnizarea benzii și cealaltă pentru preluarea acesteia după trecerea peste capetele de citire/scriere. Principala problemă în cazul benzilor magnetice pe role este manevrarea manuală. Pentru a folosi o rolă de bandă, trebuie să o introduceți pe un butuc, să trageți un capăt al benzii, să îl treceți peste capetele de citire/scriere și să îl înfășurați în jurul rolei de preluare. În plus, pentru folosirea celei de-a doua fețe (dacă există), banda trebuie întoarsă fizic pe cealaltă parte sau să fie din nou derulată la sfârșitul operațiilor. Deși traseul parcurs de banda magnetică este mai puțin complicat decât în cazul filmelor, pentru mulți utilizatori întinderea benzii reprezintă o problemă. Sistemele automate de dirijare sunt complexe și, dacă sunt implementate necorespunzător, sunt nesigure. Deși rolele deschise sunt încă folosite, cele mai multe aplicații pentru PC-uri le evită.

Prin închiderea benzii magnetice într-un cartuș, se obține o casetă permanentă care asigură protecția mediului magnetic delicat și simplifică încărcarea. Cel mai simplu model de cartuș, folosit de standardul LTO Ultrium, un sistem destinat calculatoarelor mai puternice decât PC-urile și rețelelor de calculatoare, nu face decât să închidă o rolă de bandă într-o carcasă de plastic și se bazează pe un sistem automat de dirijare a benzii, aflat chiar în unitate.

Toate sistemele actuale folosite pentru PC-uri, incluzând cartușele de un sfert de inci și sistemele de bandă elicoidală de patru și opt milimetri, folosesc cartușe de tip casetă, care conțin atât rola sursă cât și rola destinație în aceeași carcasă. Originea acestui model poate fi urmărită până la casetele audio.

Dezvoltată – și omologată – de conglomeratul olandez Philips, caseta audio a fost doar una dintre numeroasele încercări de depășire a problemelor create de întinderea benzilor de pe rolele deschise. Ideea originală nu a aparținut firmei Philips. O altă încercare a fost făcută anterior de RCA, care a folosit o casetă asemănătoare, dar mai mare, a cărei pătrundere pe piață a eșuat lamentabil. *Caseta compactă (Compact Casette)*, așa cum a fost denumită de Philips, a avut mai mult succes, deoarece era mai ușor de folosit și nu a avut aspirații prea mari. Aceasta nu a fost proiectată ca un mediu de înaltă fidelitate, dar a pătruns pe această piață pe măsură ce dezvoltarea tehnologică a dus la îmbunătățirea mediului magnetic, cu o calitate inițială modestă. În timp ce cartușele RCA aveau dimensiunile unei cărți mai mici, casetele compacte încăpeau în buzunarul de la cămașă și erau foarte potrivite pentru echipamentele portabile. Dimensiunea și comoditatea în folosire au făcut ca acestea să devină mediul audio preferat pentru echipamentele auto, eliminând cartușele cu opt piste, și apoi devenind mediul de înaltă fidelitate preferat (înainte de introducerea CD-urilor, casetele au câștigat cea mai mare parte a pieței produselor muzicale pre-înregistrate).

Mecanismul de bază al casetei nu face decât să închidă două role transportoare într-o carcasă de plastic. Carcasa protejează banda magnetică, deoarece aceasta este permanent atașată la ambele role, ceea ce elimină necesitatea întinderii benzii peste capetele de citire/scriere și printr-un mecanism de dirijare. Părțile laterale ale carcasei înlocuiesc marginile rolelor deschise, menținând poziția benzii, astfel încât centrele rolelor să nu se deplaseze. Această funcție este întărită de două foi subțiri de Teflon, câte una de fiecare parte a rolelor de bandă, care contribuie la reducerea frecării dintre bandă și carcasa de plastic. O fereastră transparentă de plastic pe ambele părți ale casetei vă permite să vedeți câtă bandă mai este pe fiecare dintre cele două role – respectiv cât a mai rămas de înregistrat sau de redat.

Rolele din interiorul casetelor nu sunt decât simple mosoare pe care este înfășurată banda magnetică. O mică clemă care face parte din perimetrul rolei fixează un capăt al benzii pe rolă. În diferite puncte din interiorul casetei sunt dispuse ghidaje care asigură parcurgerea unui traseu corect de către banda magnetică.

Caseta include și un sistem de protecție împotriva ștergerii accidentale a muzicii sau a informațiilor valoroase. În partea din spate a casetei – adică în partea opusă celei în care intră capul de citire/scriere – se află două urechiușe de plastic care protejează două orificii din carcasă. Un braț al mecanismului de transport încearcă să intre în aceste orificii. Dacă reușește, caseta este considerată protejată la scriere. Ruperea unuia dintre cele două urechiușe protejează caseta împotriva ștergerii accidentale. Pentru a înregistra caseta, este suficient să acoperiți din nou găurile. Puteți să folosiți celofan, benzi adezive, leucoplast sau chiar etichete pentru dosare. Caseta are două urechiușe de protecție – câte una pentru fiecare parte a benzii. Urechiușa din stânga-sus protejează fața superioară a casetei. (Dacă întoarceți caseta, deasupra ajunge cealaltă față, dar elementul care o protejează se află tot în stânga-sus.)

Casetele audio mai recente au pe marginea din spate crestături suplimentare care indică senzorilor unității de casetă tipul benzii din interiorul casetei. Există patru tipuri de benzi audio, iar pentru operarea optimă a acestora sunt necesare diferite configurații la înregistrare.

Cartușele cu bandă mai noi au modificat o parte dintre aspectele fizice ale casetelor audio, dar au păstrat tehnologia de bază. De exemplu, carcasa casetelor audio este mai îngroșată către partea deschisă, pentru a permite accesul la bandă al capului și al tamburului de antrenare, iar banda nu este protejată în zona de acces al capului de redare/înregistrare. Toate cartușele de date au o grosime aproape uniformă și un fel de ușiță care protejează banda magnetică. Deși unele cartușe de bandă nu folosesc mecanismul bazat pe urechiușe și adâncituri pentru protejarea la scriere, toate folosesc un sistem oarecare de protejare la scriere. Multe cartușe fac această operație reversibilă, folosind clapete glisante sau indicatoare rotative. Desigur, unele cartușe folosesc benzi cu alte dimensiuni decât casetele audio. Modelul exact al cartușului depinde de scopul, cunoștințele și prejudecățile proiectantului.

Dezvoltarea cartușelor de bandă, indiferent de forma fizică, a avut un efect vital asupra operațiilor de salvare pe bandă. Toți cei care susțin comoditatea salvărilor pe bandă se bazează pe această ușurință de încărcare a cartușelor. Dar utilizatorii se plâng încă de inconvenientele salvărilor pe bandă – numai că acuzele sunt îndreptate acum către componentele software.

# Tehnologii

Sistemele de bandă sunt deseori descrise după modul de operare, adică modalitatea de înregistrare a datelor pe bandă. De exemplu, deși termenul de „bandă cu derulare continuă“ („streaming tape“), adăugat la numele multor unități de bandă, poate să vă sugereze imaginea unei casete care o ia razna și începe să arunce banda printre circuitele calculatorului (sau în vânt, dacă deschideți fereastra), de fapt descrie un mod specific de înregistrare, care necesită un flux neîntrerupt de date. Cel puțin patru dintre acești termeni – start-stop, flux continuu, paralel și serpentină – au pătruns și în specificațiile sistemelor de bandă folosite pentru PC-uri.

## Benzile de tip start-stop

Diferența fundamentală dintre unitățile de bandă este dată de modul în care acestea deplasează banda. Primele unități operau în *modul start-stop*; acestea manipulau la un moment dat un bloc de date (de la 128 de octeți la câțiva kiloocteți) și scriau pe bandă fiecare bloc, pe măsură ce îl recepționau. Între blocurile de date, unitatea oprea mișcarea benzii și aștepta recepționarea următorului bloc. Unitatea trebuia să pregătească banda pentru fiecare bloc, identificând blocurile astfel încât datele să poată fi corect recuperate. Priviți un film mai vechi în care apar calculatoare mainframe cu benzi în mișcare și veți înțelege cum arată unitățile de bandă de tip start-stop.

Sistemele de bandă pentru primele PC-uri operau în modul start-stop. Nici nu exista altă soluție. Calculatoarele și discurile erau atât de lente, încât nu puteau transmite unității datele la viteza cu care aceasta le scria pe bandă. PC-urile, discurile și unitățile de bandă moderne sunt mult mai rapide și folosesc, de obicei, buffere mari de memorie prin care asigură fluxul neîntrerupt al datelor destinate benzii. Unitățile de bandă trec în modul start-stop numai atunci când intervine o situație care întrerupe fluxul continuu de date – de exemplu, o operație importantă răpește foarte mult din timpul microprocesorului și acesta nu mai poate pregăti datele pentru bandă. Deseori, unitatea trebuie să deruleze banda înapoi, astfel încât să regăsească poziția corectă înainte de a accepta noul bloc de date și de a continua mișcarea normală.

## Benzile cu derulare continuă

Atunci când unitatea de bandă a PC-ului primește porția de date de care are nevoie, octeții curg către unitate într-un flux continuu și banda rulează fără oprire. Inginerii numesc acest mod de lucru *derulare continuă*.

Unitățile care folosesc această tehnologie pot să accepte date și să le scrie pe bandă cu o rată limitată numai de viteza de deplasare a mediului și de densitatea de stocare – densitatea liniară a datelor de pe bandă. Deoarece banda nu trebuie să se oprească între blocuri, unitatea nu pierde timp. Modelul bazat pe derularea continuă reduce și prețul unităților de bandă, deoarece unitatea nu trebuie să accelereze sau să frâneze rapid banda, ceea ce permite folosirea unui mecanism cu greutate mai mică. Aproape toate unitățile de bandă actuale pentru PC-uri pot să scrie benzi cu derulare continuă.

## Înregistrarea paralelă

Așa cum unitățile de disc împart suprafața discurilor în piste paralele, unitățile de bandă împart lățimea benzii magnetice în mai multe piste. Numărul de piste variază în funcție de tipul unității și de standardul folosit.

Primele unități de bandă folosite pentru calculatoare înregistrau pe lățimea benzii nouă piste de date separate. Prima dintre aceste mașini folosea *înregistrarea paralelă*, prin care împărțea fiecare octet pe întreaga lățime a benzii, cu un bit pe fiecare pistă și un bit de paritate. O bandă putea fi folosită pentru o singură trecere pe lângă capul de citire/scriere, după care trebuia să fie derulată înapoi. Sistemele de bandă mai noi au dezvoltat acest model, înregistrând pe lățimea benzii 18 sau 36 de piste, corespunzătoare unui cuvânt sau unui dublu cuvânt, scrise în paralel.

Înregistrarea paralelă permite o rată de transfer ridicată pentru o viteză dată a benzii, deoarece la un moment dat sunt scriși mai mulți biți, dar citirea datelor consumă foarte mult timp – pentru căutarea unui anumit octet poate să fie necesară derularea rapidă a întregii benzi. În plus, capetele de citire/scriere și circuitele electronice asociate sunt, inevitabil, complicate. Capul de citire/scriere trebuie să aibă un spațiu și un pol pentru

fiecare pistă. Pentru pregătirea semnalelor destinate fiecărei piste, unitatea de bandă trebuie să folosească un amplificator separat. Aceste complicații cresc prețul unităților de bandă care folosesc înregistrarea paralelă.

## Înregistrarea în serpentină

Cele mai multe sisteme de bandă pentru PC-uri folosesc înregistrarea pe mai multe piste, dar acestea nu sunt scrise în paralel. Datele primite sunt translatate într-o formă serială și apoi scrise pe bandă. Înregistrarea serială pe mai multe piste are ca rezultat o metodă de înregistrare numită *înregistrare în serpentină*.

Unitățile de bandă care folosesc cartușe în serpentină scriu biții de date secvențial pe bandă într-o direcție, pe o pistă, pe toată lungimea benzii. Atunci când unitatea ajunge la capătul benzii, sensul de mișcare se schimbă și capul de citire/scriere se deplasează pe următoarea pistă. Procesul se repetă la fiecare capăt al benzii, până la terminarea pistelor sau a datelor. Figura 13.1 prezintă organizarea pistelor pe o bandă care folosește înregistrarea în serpentină pe patru piste.

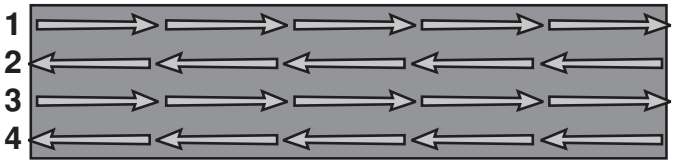



**FIGURA 13.1**
*Organizarea unei benzi cu patru piste pentru înregistrarea în serpentină.*

Un sistem de bandă cu înregistrare în serpentină poate citi destul de rapid datele prin deplasarea capului de pe o pistă pe alta, deoarece trebuie să parcurgă doar o parte a benzii ca să găsească datele cerute. În plus, pentru acest tip de înregistrare este nevoie de un singur canal de scriere și de un singur pol pentru capul de citire/scriere, ceea ce scade prețul unității în ansamblu. Sistemele moderne cu înregistrare în serpentină pot folosi mai mult de 50 de piste pe lățimea unei benzi.

## Înregistrarea elicoidală

Principiul de bază al tuturor sistemelor de bandă precedente este deplasarea benzii pe lângă un cap de citire/scriere staționar. Viteza de deplasare a benzii, împreună cu densitatea de stocare a datelor pe bandă, determină viteza cu care pot fi scrise sau citite datele de pe bandă, așa cum densitatea datelor și viteza de rotație determină rata de transfer al datelor în cazul discurilor. Totuși, prin 1950, rata de transfer al datelor a devenit o problemă atunci când s-a încercat stocarea pe bandă magnetică obișnuită a filmelor de televiziune. Era necesară o rată de transfer de ordinul megaocteților, dar cele mai multe sisteme de bandă se opreau la nivelul kiloocteților. Ideea inspirată care a făcut posibilă înregistrarea video a fost punerea în mișcare a capului, simultan cu mișcarea benzii, astfel încât viteza relativă se crească.

Evident, capul nu se poate mișca paralel cu banda. Primele aparate video mișcau capul perpendicular cu mișcarea benzii. După câteva decenii de dezvoltare s-a dovedit că rotirea capului la un mic unghi față de bandă, astfel încât acesta să parcurgă pe bandă o secțiune a unui traseu elicoidal, este cea mai practică soluție. Procesul rezultat este numit *înregistrare cu scanare elicoidală*. În prezent sunt răspândite două sisteme cu scanare elicoidală, benzile de opt milimetri și benzile DAT (Digital Audio Tape).

În sistemele de înregistrare cu scanare elicoidală capetele rotative sunt montate pe un tambur. Banda magnetică înconjoară tamburul în afara cartușului protector. Două brațe ale mecanismului trag banda în afara cartușului și o înfășoară pe jumătate în jurul

tamburului (în unele sisteme, cum ar fi Betamax, banda este înfășurată aproape în întregime pe tambur). Pentru ca traseul capului să fie înclinat pe bandă, tamburul este montat sub un anumit unghi, care măsoară aproximativ cinci grade în cazul benzilor de opt milimetri și aproximativ șase grade în cazul benzilor DAT. Ca rezultat, benzile elicoidale au mai multe piste paralele, dispuse oblic pe lățimea benzii, în loc să fie paralele cu marginile acesteia. Aceste piste sunt foarte fine – unele sisteme elicoidale înregistrează aproape 2000 de piste pe inci.

În cele mai multe sisteme elicoidale, pistele oblice sunt însoțite de una sau mai multe piste paralele cu marginea benzii, folosite pentru stocarea informațiilor servo de control. În sistemele video, pe lungimea benzii pot fi înregistrate și una sau mai multe piste audio. Figura 13.2 prezintă modul de aranjare a pistelor de date și a pistelor de control pe o bandă magnetică elicoidală.

**FIGURA 13.2**
*Organizarea pistelor pentru înregistrarea cu scanare elicoidală.*

Înregistrarea cu scanare elicoidală poate să folosească întreaga suprafață a benzii. Sistemele de înregistrare cu capete staționare trebuie să lase spații libere – zone de siguranță – între pistele care conțin date. Sistemele elicoidale pot suprapune pistele și chiar fac acest lucru. Deși sistemele actuale cu benzi de opt milimetri folosesc zone de siguranță, unitățile DAT suprapun marginile pistelor la scriere.

Această metodă de suprapunere funcționează, deoarece tamburul rotativ are, de fapt, două (sau mai multe) capete de citire/scriere, iar fiecare dintre acestea scrie datele cu o altă relație unghiulară (numită azimut) față de pistele de pe bandă. La citirea datelor, capul de citire răspunde puternic la datele scrise cu același azimut ca al său, dar slab la datele cu alte azimute. În sistemele DAT, un cap este înclinat înainte cu 20 de grade față de perpendiculara pe piste, iar al doilea cap este înclinat înapoi cu același unghi.

# Formate

Fiecare dintre aceste metode de înregistrare, combinate cu aspecte fizice, precum lățimea benzii și modelul cartușului, permit crearea unui domeniu aproape infinit de sisteme de înregistrare pe bandă. Dacă încercați să înțelegeți sistemele destinate salvărilor de siguranță, vi se va părea că pentru produsele comerciale au fost încercate toate posibilitățile.

Numărul formatelor folosite pentru sistemele de bandă destinate PC-urilor este cu adevărat foarte mare. Încercați să găsiți un sistem de salvare perfect și veți avea de-a face cu mai multe „standarde“ decât în orice alt domeniu legat de calculatoarele personale. O singură organizație din industria benzilor magnetice publică sute de standarde, dar există și o mare varietate de sisteme și standarde în afara acestora. În plus, multe dintre standarde nu asigură intercompatibilitatea produselor care le respectă. De foarte multe ori puteți să cumpărați o unitate de bandă care respectă un anumit standard industrial, dar care nu poate să citească benzile înregistrate pe unitatea unui alt producător, care respectă același standard.

Cu alte cuvinte, standardele pentru benzi și formatele rezultate din acestea servesc deseori doar ca punct de plecare, fără să impună conformarea rigidă. Totuși, acestea ne pot servi ca un ghid pentru diversele opțiuni din lumea benzilor magnetice.

Principala clasificare a sistemelor de bandă face distincție între cele care folosesc înregistrarea liniară și cele care folosesc înregistrarea elicoidală.

## Sisteme de bandă cu înregistrare liniară

Sistemele de bandă cele mai simple folosesc înregistrarea liniară. Aceasta înseamnă că deplasează banda magnetică pe lângă un cap de citire/scriere staționar, la fel ca primele aparate de înregistrare audio pe bandă. Înregistrarea liniară este o metodă veche și sigură în tehnologia benzilor magnetice. Procesul și metodele au fost perfecționate (atât cât a fost posibil) timp de peste cinci decenii de folosire.

Cel mai vechi dintre sistemele de bandă, ascendentul tuturor celorlalte sisteme, folosește *benzi pe role deschise*. Acestea sunt rolele de bandă neagră care apar în filmele SF din anii ’50 și ’60. Având o lățime de jumătate de inci și nouă piste paralele, acest format a fost primul standard pentru calculatoare – mainframe și minicalculatoare – și probabil ultimul standard universal pentru benzi magnetice, permițând schimbul liber de date și medii de stocare între sisteme de calcul diferite.

Toate celelalte sisteme de bandă liniare nu fac decât să încapsuleze cumva rolele de bandă. Principalele diferențe sunt date de dimensiunile cartușelor. Diferitele sisteme liniare folosesc o tehnologie comună, toate beneficiind de îmbunătățirile tehnologice. De-a lungul anilor, capacitatea unei lungimi date de bandă s-a multiplicat, așa că un cartuș de dimensiunea unei casete poate stoca mai mulți megaocteți decât cea mai mare rolă deschisă din trecut.

Prima bandă magnetică folosită pentru PC-uri a fost caseta audio. Ca și alte calculatoare pentru pasionații de la începutul anilor ’80, PC-urile puteau scrie programe și date pe casete de bandă audio folosind tonuri generate de un dispozitiv asemănător cu un modem. Viteza era foarte mică – de ordinul a 1000 de octeți pe secundă – dar totul era lent pe atunci. „Rapidele“ dischete au adus uitarea pentru casetele audio – știind cât de lente sunt dischetele, este aproape înspăimântător să vă imaginați ceva mult, mult mai lent.

Înainte de a dispărea cu totul de pe piață, casetele au mai apărut de două ori în formate pur digitale, sub numele D/CAS și DCC. Ambele erau sisteme brevetate (D/CAS de firma Teac și DCC de firma Philips) și nu au reușit să pătrundă pe scară largă pe piață, la sfârșitul anilor ’80 și începutul anilor ’90.

Un aspect interesant este faptul că numai cel mai vechi format pentru cartușe cu bandă a avut succes pentru PC-uri, cartușul de un sfert de inci. Inginerii au miniaturizat tehnologia de bază, creând minicartușele și, atunci când acestea s-au dovedit prea mici, le-au mărit din nou, creând formatele Travan și QIC-EX. Toate aceste formate liniare sunt încă populare în lumea PC-urilor, împreună cu un nou sistem, Digital Linear Tape, care câștigă din ce în ce mai mult teren pentru sistemele mai mari.

### Cartușele de date de un sfert de inci

La câțiva ani după ce Philips a lansat casetele pentru înregistrări vocale, compania 3M a oferit pentru prima dată un cartuș de un sfert de inci ca mediu pentru înregistrarea datelor. Lansate pentru prima dată în 1972, aceste cartușe erau destinate aplicațiilor de telecomunicații și achiziții de date care impuneau stocarea serială a datelor, cum ar fi programarea convorbirilor telefonice de afaceri sau înregistrarea evenimentelor. Nimeni nu își imagina pe atunci că aceste cartușe vor deveni principalul mediu pentru salvările de siguranță – în momentul respectiv, nu existau PC-uri.

Aparent, conceptul care stătea la baza cartușelor de un sfert de inci era același ca și în cazul casetelor – închiderea celor două bobine de bandă folosite de sistemele cu role deschise într-o carcasă de plastic ușor de manevrat. Ca funcție, operare și construcție, casetele și cartușele sunt complet diferite, datorită diferențelor dintre cerințele înregistrărilor vocale și cele ale stocării de date. În comparație cu casetele, cartușele cu bandă impun precizie mai mare și operare mai uniformă. Pentru atingerea acestor obiective, Robert von Behren, de la compania 3M, a inventat un nou model mecanic, omologat în 1971 – mecanismul cartușelor de un sfert de inci.

În loc să folosească un sistem de antrenare cu cabestan, așa cum se întâmplă în cazul casetelor, cartușele de un sfert de inci folosesc un sistem de antrenare prin curea. În interiorul cartușului, este întinsă o curea subțire izoelastică, care formează o buclă închisă și intră în contact cu rolele sursă și destinație, pe perimetrul exterior al acestora. Cureaua înconjoară și o rolă de cauciuc, care intră în contact cu cabestanul unității de bandă.

Cabestanul pune în mișcare cureaua de acționare, dar nu intră în contact cu banda magnetică. Cureaua de acționare pune banda în mișcare prin frecarea cu partea exterioară a acesteia. Acest sistem uzează mai puțin banda magnetică, deoarece presiunea de acționare este distribuită uniform pe o suprafață mai mare a benzii, în timp ce în cazul casetelor, banda este prinsă strâns între două role. În plus, banda parcurge mai uniform traseul și este mai bine înfășurată pe role. Elementele de ghidare și celelalte părți ale mecanismului sunt aranjate astfel încât suprafața magnetică fragilă a benzii nu intră în contact decât cu capetele de citire/scriere (a se vedea Figura 13.3).

Pentru mai multă robustețe, baza cartușului este o placă de aluminiu. Restul carcasei este din plastic transparent, ceea ce permite evaluarea ușoară a stării benzii și a mecanismului.

Esența acestui model este faptul că banda este antrenată chiar de cartuș. Acesta conține banda magnetică, elementele de ghidare ale acesteia și mecanismul de antrenare. Deși aceasta înseamnă că producerea cartușului este puțin mai scumpă, unitatea de bandă este mai ieftină, deoarece nu trebuie să conțină decât motorul și capetele de citire/scriere. De asemenea, modelul asigură alinierea optimă a benzii și reduce la minimum necesitatea reglării unității de bandă.

Acest model stă la baza cartușelor de un sfert de inci și a minicartușelor – care au pierdut din importanță – precum și a formatelor de bandă populare în prezent, inclusiv Travan și QIC-EX.

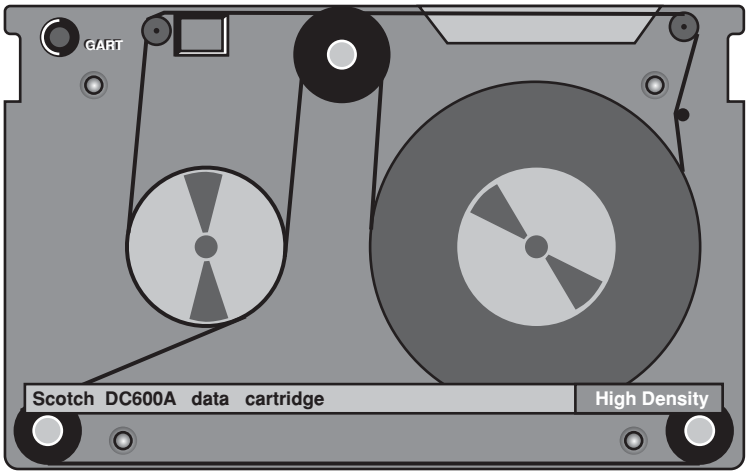
**Primele sisteme**

Primul cartuș, numit DC300A de 3M Company, conținea 300 de picioare (91,44 metri) de bandă într-o carcasă de dimensiunile unei cărți – 6x4x5/8 inci. Mecanismul cartușului era proiectat pentru operarea la o viteză de 30 de inci pe secundă, folosind codarea în fază (înregistrare cu densitate simplă) pentru obținerea unei densități seriale de 1600 de biți pe inci (pistă cu pistă), respectiv o rată de transfer al datelor de 48 de kilobiți pe secundă. Banda putea conține două sau patru piste folosite individual. Unități de bandă pentru acest format au fost produse de 3M Company, Kennedy, Qantax, DEI și, pentru o scurtă perioadă, IBM.

În 1979, DEI a mărit de patru ori viteza și capacitatea cartușelor de un sfert de inci, prin lansarea unei unități de bandă care înregistra în paralel patru piste, păstrând viteza de 30 de inci pe secundă și densitatea de 1600 de biți pe inci. Noul mecanism permitea obținerea unei rate de transfer al datelor de 192 de kilobiți pe secundă, folosind benzile standard DC300A. Deși capacitatea acestor cartușe era de numai 1,8 MB fără formatare și

1 MB după formatare – aceeași capacitate cu a dischetelor de opt inci – rata de transfer al datelor era suficient de mare pentru a trezi interesul în industria calculatoarelor.

**FIGURA 13.3**
*Mecanismul cartușelor de un sfert de inci (în figură este prezentat cartușul de tip DC-600; cartușul DC-2000 este asemănător, dar mai mic).*




Un an mai târziu, a fost lansată pe piață o altă unitate de bandă cu patru piste pentru cartușele DC300A. Capacitatea sistemului a fost ridicată la aproximativ 15 MB prin trecerea la înregistrarea MFM și creșterea densității de stocare la 6400 de biți pe inci. Deși au fost păstrate rata de transfer de 192 de kilobiți pe secundă și viteza de 30 de inci pe secundă, datele erau transferate serial, pistă cu pistă. Către anul 1988, acest tip de unitate era încă în fabricație, deși nu mai era folosită pentru producția de masă a PC-urilor, fiind depășită de sistemele cu capacitate mai mare.

De atunci, lungimea benzii a fost mărită de mai multe ori, ajungând la 900 de picioare (274,32 metri) deși lungimea cea mai uzuală este cea de 600 de picioare (182,88 metri), folosită pentru cartușele denumite inițial DC600. Implementările curente ale tehnologiei cartușelor – indiferent de lungimea benzii conținute – folosesc carcase cu aceleași dimensiuni și formă ca și modelele 3M originale. Totuși, capacitatea cartușelor a ajuns în domeniul gigaocteților, datorită capetelor de citire/scriere cu piste multiple, mediilor cu densitate de înregistrare ridicată și tehnicilor de corectare a erorilor. Standardele actuale ajung la 13 GB pe un singur cartuș. Capacitatea maximă a acestui format este considerată a fi 100 GB pentru un cartuș.

Cartușele DC600 țin de domeniul trecutului – dar numai cu numele. Au fost alese noi denumiri, astfel încât să reflecte diferitele medii de stocare și noile lungimi ale benzii, care afectează capacitatea de stocare. Numele generic oficial pentru toate cartușele de un sfert de inci este *Data Cartridge* (Cartuș de date), iar denumirile produselor comerciale conțin numere de model care reflectă capacitatea și, uneori, standardul industrial respectat. Primele standarde pentru cartușe foloseau nume care respectau o anumită regulă. Numele modelelor încep cu literele DC (de la Data Cartridge), cifra 6, de la „600“ (lungimea benzii magnetice din cartuș) și trei cifre care reprezintă capacitatea benzii.

În încercarea de a reduce dimensiunile unităților de bandă la ceva mai potrivit pentru calculatoarele desktop, producătorii de benzi și unități de bandă au dezvoltat o versiune miniaturizată a cartușelor standard de date, numite *minicartușe*. Într-o carcasă mai mică, minicartușele păstrează același mecanism ca și versiunile anterioare. Tabelul 13.1 prezintă capacitățile și alte caracteristici ale cartușelor de date și ale minicartușelor.

**Tabelul 13.1** Capacitățile și caracteristicile cartușelor de bandă

| *Tipul cartușului* | *Dimensiunea cartușului* | *Capacitatea nominală* | *Lungimea benzii (picioare)* | *Număr de piste* | *Densitatea de înregistrare (tranziții de flux pe inci)* | *Sisteme compatibile* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DC 100A | 1/8-inch | 67 MB | 140 | 2 | 3.200 | HP-85 |
| DC 300A | Data | 2,9 MB | 300 | 4 | 3.200 | QIC-11 |
| DC 300XL/P | Data | 45 MB | 450 | 9 | 3.200-10.000 | QIC-11/24 |
| DC 600A | Data | 60 MB | 600 | 9 | 10.000 | QIC-24 |
| DC 600HW | Data | 60 MB | 600 | 11 | 10.000 | Sentinal |
| DC 1000 | 1/8 inci | 20 MB | 185 | 12 | 12.500 | Irwin 10/20 |
| DC 2000 | Mini | 40 MB | 205 | 20 | 10.000 | QIC-40/100 |
| DC 2080 | Mini | 80 MB | 205 | 32 | 15.000 | QIC-80 |
| DC 2120 | Mini | 120 MB | 307.5 | 32 | 15.000 | QIC-80/128 |
| DC 2155 | Mini | 155 MB | 307.5 | 29 | 18.000 | MT-01N |
| DC 2255 | Mini | 255 MB | 295 | 40 | 22.125 | QIC-3010-MC |
| DC 2300 | Mini | 560 MB | 215 | 40 | 38.750 | Excel 1G |
| DC 2500 | Mini | 500 MB | 295 | 40 | 44.250 | QIC-3020-MC |
| DC 2555 | Mini | 555 MB | 295 | 40 | 50.800 | QIC-3030-MC |
| DC 2750 | Mini | 750 MB | 295 | 40 | 38.750 | EXB-2501 |
| DC 6037 | Data | 37 MB | 155 | 18 | 12.500 | QIC-120/150 |
| DC 6150 | Data | 150 MB | 620 | 18 | 12.000 | QIC-120/150 |
| DC 615A | Data | 15 MB | 150 | 9 | 10.000 | QIC-24 |
| DC 6250 | Data | 250 MB | 1020 | 18 | 12.500 | QIC-120/150 |
| DC 6350 | Data | 320 MB | 620 | 26 | 20.000 | QIC-525 |
| DC 6525 | Data | 525 MB | 1020 | 26 | 20.000 | QIC-525 |
| Magnus 1.0 | Data | 1 GB | 760 | 30 | 45.000 | QIC-1000 |
| Magnus 1.2 | Data | 1,2 GB | 950 | 30 | 45.000 | QIC-1000 |
| Magnus 1.35 | Data | 1,35 GB | 760 | 30 | 38.750 | QIC-1350 |
| Magnus 1.6 | Data | 1,6 GB | 950 | 30 | 38.750 | QIC-1350 |
| Magnus 2.0 | Data | 2 GB | 950 | 42 | 50.800 | QIC-2GB |
| Magnus 2.1 | Data | 2,1 GB | 950 | 30 | 50.800 | QIC-2100 |

În cazul primelor produse bazate pe cartușele de un sfert de inci, numai mediul de stocare a rămas același. Fiecare producător de unități a mers pe un drum propriu, prin modificarea nu numai a numărului de piste și a densității datelor pe bandă, ci și a modului de conectare a unității de bandă la calculatorul gazdă. Fiecare sistem de bandă

era brevetat, o situație care nu are darul de a oferi unui administrator de sistem sentimentul de siguranță atunci când datele critice sunt stocate pe cartușe de bandă. Standardele de proprietar implică faptul că tot ceea ce se află stocat pe bandă este la dispoziția capriciilor unui producător. O linie de producție care nu asigură continuitatea poate face ca benzile să fie imposibil de citit în viitor, dacă unitățile de bandă pe care le aveți se strică. Mai mult, diversitatea sistemelor de bandă înseamnă că fiecare producător trebuie să ia totul de la început atunci când creează un model.

În încercarea de a reduce haosul de pe piața cartușelor cu bandă, un număr de producători – printre care DEI, Archive, Cipher Data și Tandberg – s-au întâlnit la Conferința Națională pentru Calculatoare (National Computer Conference) din Houston, în 1982. Aceștia au hotărât formarea unui comitet pentru dezvoltarea unor standarde în vederea introducerii unei clase uniforme de produse. Organizația a fost denumită Working Group for Quarter-Inch Cartridge Drive Compatibility (Grupul de lucru pentru compatibilitatea unităților de bandă pentru cartușe de un sfert de inci) și a devenit cunoscută sub numele prescurtat „comitetul QIC". În noiembrie 1987, numele oficial al organizației a devenit Quarter-Inch Cartridge Standards, Inc.

Comitetul QIC a fost format, în principal, din producători care nu vindeau direct pe piața calculatoarelor personale și s-a ocupat inițial de standardizarea fizică. Dezvoltarea formatelor de date a fost lăsată în seama integratorilor de sisteme – și, în general, fiecare a mers pe un drum propriu. Cu timpul, comitetul s-a transformat într-o asociație profesională și a recunoscut necesitatea standardizării formatelor. În prezent, organizația promulgă standarde pentru toate nivelurile de utilizare a benzilor magnetice. Tabelul 13.2 prezintă standardele adoptate de comitetul QIC până în prezent pentru cartușele de date.

**Tabelul 13.2** Standardele QIC pentru cartușele de date de tip DC6000

| *Standard* | *Capacitatea nativă* | *Număr de piste* | *Biți pe inci* | *Viteza benzii (inci pe secundă)* | *Coercitivitatea benzii (oerstezi)* | *Data adoptării standardului* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| QIC-24-DC | 60 MB | 9 | 8.000 | 90 | 550 | 22-Apr-83 |
| QIC-120-DC | 125 MB | 15 | 10.000 | 90 | 550 | 30-Oct-85 |
| QIC-150-DC | 150/250 MB | 18 | 10.000 | 90 | 550 | 12-Feb-87 |
| QIC-525-DC | 320/525 MB | 26 | 16.000 | 90/120 | 550 | 24-Mai-89 |
| QIC-1000-DC | 1,2 GB | 30 | 36.000 | 53,3/80 | 550 | 24-Oct-90 |
| QIC-1350-DC | 1,6 GB | 30 | 51.667 | 90/120 | 900 | 24-Mai-89 |
| QIC-2GB-DC | 2,5 GB | 42 | 40.640 | 70,9 | 900 | 4-Iun-92 |
| QIC-2100-DC | 2,6 GB | 30 | 67.773 | 91,5/120 | 900 | 20-Iun-91 |
| QIC-4GB-DC | 4 GB | 45 | 50.800 | | 900 | 4-Mar-93 |
| QIC-5GB-DC | 5 GB | 44 | 96.000 | 90 | 900 | 3-Dec-92 |
| QIC-5010-DC | 13 GB | 144 | 67.773 | 30/60/120 | 900 | 27-Feb-92 |
| QIC-5210-DC | 25 GB | 144 | 76.200 | | | 31-Aug-95 |
| QIC-6000C | 6 GB | 96 | 50.800 | | | 6-Feb-91 |

*Sursă: Quarter-Inch Cartridge Standards, Inc.,* `www.qic.org`*, 1999*

Primul standard dezvoltat de comitetul QIC pentru un produs comercial a fost QIC-24, o versiune cu nouă piste a unității de bandă DC300. Standardul a fost aprobat oficial în aprilie 1983 și primele produse comerciale au apărut pe piață un an mai târziu. QIC-24 (acum QIC-24-DC, sufixul DC provenind de la Data Cartridge, eticheta QIC pentru cartușele de bandă de dimensiuni mai mari) oferea o capacitate de 60 MB, cu densitatea de 8000 de biți pe inci. Folosind tehnica de înregistrare în serpentină pistă cu pistă, cu o viteză de deplasare a benzii de 90 de inci pe secundă, sistemul atinge o rată de transfer de 720 de kilobiți pe secundă, prin interfața QIC-02.

De atunci, istoria cartușelor de date a înregistrat o creștere continuă a capacității, obținută prin creșterea densității de stocare. Noile standarde măresc numărul de biți pe inci, lungimea benzii și numărul pistelor de date înregistrate pe lățimea benzii.

Unele dintre standardele de tranziție au fost uitate, cum ar fi QIC-120-DC, care a ridicat capacitatea cartușelor la 125 MB, folosind 15 piste de date, cu 10.000 de biți pe inci. După numai doi ani, în 1987, a fost publicată o formă îmbunătățită a standardului, care încă este folosită. Standardul QIC-150-DC folosește o mică modificare a geometriei, împreună cu o bandă de lungime mai mare, dublând capacitatea de stocare. Păstrând aceeași densitate a datelor ca și standardul precedent, unitățile QIC-150-DC înregistrează 18 piste pe lățimea benzii. Folosind benzi mai scurte (DC6150), unitățile QIC-150-DC pot ajunge la 150 MB pentru un cartuș. Cu benzile mai lungi (DC6250), aceleași unități ajung la o capacitatea de 250 MB. La începutul anului 1999, firmele Tandberg și Wangtek ofereau unități compatibile cu formatul QIC-150-DC.

Următoarea creștere de capacitate a fost realizată în mai 1989, o dată cu adoptarea standardului QIC-525-DC (denumit inițial QIC-320). Prin creșterea densității liniare și a densității pistelor cu 60 de procente (la 16.000 de biți pe inci și 26 de piste), unitățile care respectau acest standard ofereau o capacitate de 525 MB pe benzile DC6525 (320 MB pe benzile D6320). În plus, creșterea opțională a vitezei de deplasare a benzii la 120 de inci pe secundă face ca rata brută de transfer între bandă și controller să crească la 1,92 megabiți pe secundă. Standardul permite și folosirea unei viteze mai mici, de numai 90 de inci pe secundă, și asigură compatibilitatea la citire cu benzile QIC-120-DC și QIC-150-DC. Unitățile QIC-525-DC erau încă disponibile în 1999.

În octombrie 1990, comitetul QIC a adoptat ultimul standard care folosește ca mediu de stocare banda tradițională – respectiv banda magnetică de 550 de oerstezi, folosind înregistrarea cu codare pe grupuri – QIC-1000-DC. Înregistrarea se face pe 30 de piste, cu densitatea de 36.000 de biți pe inci, ceea ce înseamnă o capacitate de 1,2 GB pe cartuș. Deși noul standard a redus viteza maximă a benzii la 80 de inci pe secundă (cu posibilitatea de folosire a unei viteze mai mici – 53,3 inci pe secundă), densitatea mai mare are ca rezultat o rată de transfer sporită, respectiv 2,8 megabiți pe secundă. Unitățile QIC-1000-DC pot citi benzile înregistrate sub toate standardele anterioare, cu excepția standardului QIC-24-DC. Unitățile QIC-1000-DC erau încă disponibile în 1999.

Simultan cu adoptarea standardului QIC-525-DC, comitetul QIC a introdus în lumea cartușelor de date noi tehnologii. Standardul QIC-1350-DC introduce o nouă metodă de codare a datelor – 1,7 Run Length Limited – și un nou mediu de stocare, cu coercitivitate mai mare (900 de oerstezi). Noul mediu de stocare și noua metodă de codare a permis producătorilor să ridice densitatea datelor la 51.667 de biți pe inci. Folosind 30 de piste, benzile QIC-1350-DC oferă o capacitate de 1,6 GB pe cartuș. La o viteză maximă de 120 de inci pe secundă (deși este permisă și viteza de 90 de inci pe secundă), sistemul poate obține o rată brută de transfer de aproximativ 6,2 megabiți pe secundă. Unitățile QIC-1350-DC pot să citească și benzi QIC-525-DC și QIC-1000-DC.

Folosind benzi mai lungi și o densitate de înregistrare mai mare (67.773 de biți pe secundă), standardul QIC-2100-DC, adoptat în iunie 1991, a mărit capacitatea cartușelor la 2,6 GB. Unitățile QIC-2100-DC pot citi și benzi înregistrate în unitățile QIC-1350-DC.

Pentru a aduce puțină logică în acest sistem confuz de denumiri, în 1992 QIC a început să folosească în numele cartușelor capacitatea benzii și a pus la punct trei noi standarde, care au dus cartușele de un sfert de inci în domeniul gigaocteților, intrând în competiție cu noile formate elicoidale. Standardul QIC-2GB-DC împarte banda de 900 de oerstezi în 42 de piste, cu o densitate de 40.640 de biți pe inci, obținând o capacitate de 2,5 GB pe cartuș. Standardul QIC-5GB-DC crește densitatea la 96.000 de biți pe inci și adaugă încă două piste (ajungând la 44), ceea ce înseamnă o capacitate totală de 5 GB pe cartuș. Standardul QIC-5010-DC crește capacitatea la 13 GB, folosind 144 de piste și o densitate de 67.773 biți pe inci. Dintre toate aceste standarde, QIC-5GB-DC are cea mai mare rată brută de transfer (aproximativ 8,6 megabiți pe secundă, la o viteză de deplasare a benzii de 90 de inci pe secundă) și cea mai bună compatibilitate. Unitățile QIC-5GB-DC pot să citească orice alt format fizic anterior. Tandberg oferă unități care folosesc formatele QIC-2GB-DC, QIC-4GB-DC, QIC-5010-DC și QIC-5210-DC.

## Minicartușele

Dezavantajul cartușelor standard de un sfert de inci este dimensiunea. Instalarea unei unități de bandă cu dimensiunea 6x4 inci într-un compartiment standard de 5,25 inci este o adevărată provocare; instalarea într-un compartiment de 3,5 inci este imposibilă. În căutarea unui mediu mai compact, producătorii au micșorat dimensiunile produselor, reducând capacitatea benzii, dar păstrând mecanismul de acționare. Rezultatul acestor căutări a fost numit Mini-Cartridge. Dimensiunile mai mici au fost adoptate de comitetul QIC, care a promulgat un standard. Tabelul 13.3 prezintă standardele QIC pentru minicartușe.

**Tabelul 13.3** Standardele QIC pentru minicartușe (tip DC2000)

| *Standard* | *Capacitatea nativă* | *Număr de piste* | *Biți pe inci* | *Viteza benzii (inci pe secundă)* | *Coercitivitatea benzii (oerstezi)* | *Data adoptării standardului* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| QIC-40-MC | 60 MB | 20 | 10.000 | 25/50 | 550 | 4-Iun-86 |
| QIC-80-MC | 125 MB | 28 | 14.700 | 25/50 | 550 | 3-Feb-88 |
| QIC-100-MC | 40 MB | 24 | 10.000 | 60 | 550 | 19-Mar-85 |
| QIC-128-MC | 128 MB | 32 | 16.000 | 90 | 550 | 23-Mai-89 |
| QIC-3010-MC | 255 MB | 40 | 22.125 | 22,6 | 900 | 10-Iun-93 |
| QIC-3020-MC | 500 MB | 40 | 44.250 | 22,6 | 900 | 21-Iun-91 |
| QIC-3030-MC | 580 MB | 40 | 40.600 | 60 | 900 | 18-Apr-91 |
| QIC-3040-MC | 840 MB | 42/52 | 40.600 | 70,9 | 900 | 9-Dec-93 |
| QIC-3080-MC | 1,6 GB | 60 | 60.000 | 30-80 | 900 | 30-Ian-94 |
| QIC-3210-MC | 1,8/2,3 GB | 56/72 | 76.200 | | 1800 | 16-Mar-95 |
| QIC-3090-MC | 2 GB | 48 | 93.333 | 56,5 | 1800 | 30-Ian-94 |
| QIC-3110-MC | 2 GB | 48 | 70.000 | | 1800 | 30-Ian-94 |
| QIC-3070-MC | 4 GB | 144 | 67.773 | N/A | 900 | 27-Feb-92 |

*continuare*

**Tabelul 13.3** Continuare

| *Standard* | *Capacitatea nativă* | *Număr de piste* | *Biți pe inci* | *Viteza benzii (inci pe secundă)* | *Coercitivitatea benzii (oerstezi)* | *Data adoptării standardului* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| QIC-3095-MC | 4 GB | 72 | 50.800 | | 900 | 13-Dec-95 |
| QIC-3220-MC | 10 GB | 106 | 79.800 | | 1650 | 27-Aug-97 |
| QIC-3230-MC | 15,5 GB | 180 | 76.200 | | 1800 | 15-Iun-95 |

*Sursă: Quarter-Inch Cartridge Standards, Inc.,* `www.qic.org`*, 1999*

Deoarece primele minicartușe au fost lansate de 3M Company sub denumirea DC2000, minicartușele sunt deseori denumite cartușe de tip DC2000. De fapt, minicartușele pot fi întâlnite sub diferite denumiri. Ca și în cazul cartușelor de tip DC600, denumirea celor mai multe modele indică prin ultimele trei cifre capacitatea cartușului. Cartușele DC2080 au capacitatea de 80 MB; cartușele DC2120 au capacitatea de 120 MB.

Minicartușele măsoară 3,25x2,5x0,625 inci. Primele modele conțineau o bandă cu lungimea de 205 picioare (62,48 metri) cu aceeași lățime (un sfert de inci) ca și cartușele mai mari – de aici cifra „2" din denumirea cartușelor.

Un mare avantaj al cartușelor mai mici este faptul că unitățile care le folosesc încap foarte bine în compartimentele standard de 3,5 inci. Pe de altă parte, capacitățile cartușelor sunt inevitabil mai mici, deoarece acestea au mai puțin spațiu pentru bandă. Pornind de la valori modeste (capacitate totală de 40 MB), posibilitățile de stocare ale minicartușelor au ajuns la 15,5 GB sub standardele QIC actuale. Comitetul QIC susține că se va ajunge la capacități de 30 GB pentru un minicartuș.

Numărul producătorilor de unități de minicartușe este surprinzător de mic. De-a lungul timpului, aproximativ nouă companii au intrat în acest domeniu industrial: Alloy, Braemar, Cipher, Colorado Memory Systems, Conner, Irwin, Mountain, 3M Company și Wangtek. Comasarea industrială a redus drastic numărul producătorilor de unități de cartușe. De exemplu, compania Maynard a cumpărat compania Irwin; Archive a cumpărat Maynard; Conner a cumpărat Archive; Seagate a cumpărat Conner. Hewlett-Packard a cumpărat Colorado Memory Systems. Alți producători au dispărut de pe piață. Printre producătorii importanți se numără, în prezent, Aiwa, Hewlett-Packard, Seagate și Tandberg. În 1998, compania 3M a separat operațiile de producere a mediilor, formând firma Imation.

Primul standard important care a permis pătrunderea pe piață a minicartușelor a fost QIC-40-MC, adoptat în iunie 1986. Folosind un cartuș cu capacitatea de 40 MB, standardul a avut ca scop crearea unui sistem ieftin de salvare. Unitatea se conectează printr-un port liber al controllerului convențional pentru unitatea de dischetă. Deși capacitatea și viteza, limitată de posibilitățile interfeței, sunt ridicole în comparație cu cerințele și produsele moderne, unitățile QIC-40-MC reușeau să facă față cerințelor de salvare din perioada respectivă.

Conform standardului QIC-40-MC, pe lățimea benzii sunt înregistrate 20 de piste, fiecare fiind împărțită în 68 de segmente de câte 29 de sectoare, cu 1024 de octeți fiecare. Înregistrarea datelor se face cu o densitate de 10.000 de biți pe inci. Unitățile folosesc înregistrarea cu modulație în frecvență modificată (MFM), ca și dischetele. (În definitiv, semnalele sunt generate de același controller.) Viteza controllerului determină viteza de operare a benzii – 25 de inci pe secundă pentru un controller cu o rată de transfer de 250 de kilobiți pe secundă (care poate folosi numai discuri de 5,25 inci) sau 50 de inci pe secundă pentru controllerele care operează la 500 de kilobiți pe secundă.

Standardele QIC rafinează acest format de bază, creând formatul QIC-80-MC, cu o capacitate de două ori mai mare. Prin folosirea unor benzi mai lungi, cu același strat magnetic, capacitatea cartușelor QIC-80-MC poate ajunge la 120 MB.

Formatul de date QIC-80-MC și-a păstrat popularitatea, servind ca bază pentru sistemele de salvare pe bandă Iomega Ditto. Totuși, sistemele Ditto au ținut pasul cu capacitățile din ce în ce mai mari ale hard-discurilor, folosind cartușe mai mari, cu benzi mai lungi – destul pentru stocarea unui gigaoctet de date necomprimate. De asemenea, formatul QIC-80-MC este folosit și de sistemul Tape*Stor al firmei Seagate.

Pentru a crește capacitatea de stocare a minicartușelor, astfel încât să țină pasul cu hard-discurile, aflate într-un proces de dezvoltare rapidă, comitetul QIC a trecut la un nou mediu, cu coercitivitate mai mare, pentru toate standardele ulterioare. Începând cu anul 1991, toate standardele Mini-Cartridge se bazează pe medii magnetice cu coercitivitatea de 900 de oerstezi sau mai mare. Această schimbare este reflectată de noua nomenclatură, care nu mai corespunde capacității cartușelor.

Primul dintre noile standarde a fost adoptat în aprilie 1991 și a adus în lumea minicartușelor tehnologia de mare viteză folosită pentru cartușele de date cu dimensiuni mai mari. Introdus sub numele QIC-470 și QIC-555M, dar redenumit ulterior QIC-3030-MC, noul standard crește densitatea datelor la 40.600 de biți pe inci, datorită stratului magnetic îmbunătățit. Pentru creșterea ratei de transfer a datelor la 2,5 megabiți pe secundă, standardul crește viteza de deplasare a benzii la 60 de inci pe secundă și trece la conexiunea SCSI. Pentru creșterea capacității, standardul QIC-3030-MC specifică înregistrarea unui număr de 40 de piste pe bandă cu lățimea de un sfert de inci, ceea ce înseamnă o capacitate de 580 MB pentru un cartuș standard QIC-143 cu bandă de 900 de oerstezi. Noul model era total diferit de orice altceva din lumea minicartușelor, așa că unitățile QIC-3030-MC nu sunt compatibile cu nici unul dintre standardele anterioare.

Câteva luni mai târziu, în iunie 1991, QIC a adoptat un nou standard, în același domeniu de capacitate, QIC-3020-MC (numit inițial QIC-385 și QIC-500M), care permitea unităților să citească cartușele QIC-40-MC și QIC-80-MC. Ca și modelele anterioare, unitățile QIC-3020-MC sunt proiectate astfel încât să folosească interfața de dischetă sau interfața AT Attachment (IDE). Pentru acomodarea la cerințele acestor interfețe, QIC a redus viteza de deplasare a benzii la 22,6 inci pe secundă, păstrând aceeași densitate de înregistrare (44.250 de biți pe inci). Ca și QIC-3030-MC, QIC-3020-MC înregistrează 40 de piste pe lățimea benzii, ceea ce permite celor două standarde să folosească același mecanism, fiind necesară doar o modificare firmware pentru schimbarea vitezei de deplasare a benzii și densității datelor. Standardul QIC-3020-MC oferă o capacitate de 500 MB pe un mini-cartuș standard QIC-143.

Formatul de date QIC-3020-MC și-a păstrat popularitatea. Aiwa, HP și Iomega folosesc acest format pentru unități cu capacități de la 3,2 GB la 10 GB.

Pentru contracararea competiției reprezentate de mediile elicoidale, în februarie 1992, QIC a introdus o versiune perfecționată a standardului QIC-3030-MC, oferind posibilitatea de stocare a 4 GB de date necomprimate pe un singur minicartuș. Pentru obținerea acestei capacități, a fost necesară reducerea lățimii pistelor – al căror număr a ajuns la 144 – și creșterea densității liniare la 67.773 de biți pe inci. Unitățile care respectă noul standard, numit QIC-3070-MC, pot să citească și cartușele QIC-3030-MC.

În iunie 1993, QIC a adoptat o versiune de capacitate mai mică a standardului QIC-3020-MC, sub numele QIC-3010-MC. Prin reducerea la jumătate a densității datelor, noul standard a înjumătățit capacitatea cartușelor, păstrând nemodificați ceilalți parametri. Standardul

rezultat este mai puțin pretențios din punctul de vedere al echipamentelor și permite înregistrarea mai puțin densă a datelor, ceea ce ar trebui să ofere mai multă siguranță. Moștenind caracteristicile standardului QIC-3030-MC, unitățile QIC-3010-MC pot să citească benzile QIC-40-MC și QIC-80-MC. Mai mult, unitățile QIC-3030-MC pot să citească benzile QIC-3010-MC, dar unitățile cu capacitate mai mică nu pot să citească benzile înregistrate pe mecanismele cu capacitate mai mare.

În competiție directă cu benzile audio digitale (Digital Audio Tape) – despre care vom discuta mai târziu – în ianuarie 1994 QIC a adoptat două noi standarde în domeniul gigaocteților. QIC-3080-MC oferă o capacitate de 1,6 GB pe un minicartuș cu bandă de 900 de oerstezi, înregistrând 60 de piste cu o densitate liniară de 60.000 de biți pe inci și o viteză a benzii între 30 și 80 de inci pe secundă. QIC-3090-MC crește capacitatea de stocare a cartușelor, folosind densități mai mari ale datelor, permise de benzile de 1300 de oerstezi. Un singur cartuș QIC-3090-MC poate stoca 2 GB de date, împărțiți pe 48 de piste cu o densitate liniară de 93.333 de biți pe inci. În sistemele QIC-3090-MC, banda se deplasează cu o viteză de 56,5 inci pe secundă.

În prezent, formatul QIC-3095-MC este cel mai popular pentru unitățile de minicartușe cu performanțe înalte. Aiwa, HP, Seagate și Tansberg oferă sisteme cu capacități de la 8 GB la 20 GB.

Standardul QIC-3070-MC, adoptat în februarie 1992, specifică înregistrarea a 144 de piste pe o bandă de 900 de oerstezi, cu o densitate liniară de 67.773 de biți pe inci, ceea ce înseamnă un total de 4 GB pe fiecare cartuș. Unitățile QIC-3070-MC folosesc cartușe speciale (QIC-138), dar pot să citească și benzile înregistrate în unitățile QIC-3030-MC.

Apariția unor medii magnetice cu coercitivitate și mai mare a permis comitetului QIC să adopte între 1994 și 1995 câteva noi standarde pentru cartușe, toate cu capacități de mai mulți gigaocteți (a se vedea Tabelul 13.3).

**QIC Wide**

Hard-discurile standard din cele mai multe PC-uri noi au dublat această capacitate fără să recurgă la comprimarea datelor. Pentru a permite folosirea cartușelor de bandă pentru hard-discurile mai mari, Sony Corporation a crescut cu 68 de procente capacitatea cartușelor prin utilizarea unei benzi de lățime mai mare – creând astfel cartușele *QIC-Wide*. Noile cartușe „de un sfert de inci" conțin benzi magnetice cu lățimea de opt milimetri (0,315 inci). Noul format a fost adoptat ulterior și de alți producători, cartușele de acest tip fiind în prezent disponibile din mai multe surse.

Capacitatea unui singur cartuș QIC-Wide pornește de la 200 MB, necomprimat, și ajunge la 4 GB, folosind pelicule magnetice avansate, unități mai moderne și tehnici de comprimare a datelor. Surprinzător, benzile mai late nu măresc prețurile. Cu excepția modificării dimensiunii fantei pentru cartușe și a distanței pe care trebuie să o parcurgă capul de citire/scriere pentru a se poziționa pe pistele benzii, mai numeroase, standardele QIC-Wide nu modifică tehnologia de bază. Tabelul 13.4 prezintă caracteristicile minicartușelor QIC-Wide produse de Sony.

**Tabelul 13.4** Specificații pentru minicartușele QIC-Wide comerciale

| *Standard* | *Capacitate nativă* | *Număr de piste* | *Biți pe inci* | *Viteza de deplasare a benzii (inci pe secundă)* | *Coercitivitatea benzii (oerstezi)* | *Rata de transfer al datelor* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| QW5122F | 208 MB | 36 | 14.700 | 34 | 550 | 62.5 KB/sec |
| QW3000XL | 1,0 GB | 52 | 40.600 | 70 | 900 | 300 KB/sec |

| *Standard* | *Capacitate nativă* | *Număr de piste* | *Biți pe inci* | *Viteza de deplasare a benzii (inci pe secundă)* | *Coercitivitatea benzii (oerstezi)* | *Rata de transfer al datelor* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| QW3010XLF | 425 MB | 50 | 22.125 | 22,6 | 900 | 125 KB/sec |
| QW3020XLF | 849 MB | 50 | 22.125 | 22,6 | 900 | 250 KB/sec |
| QW3080XLF | 2,0 GB | 77 | 60.000 | 78 | 900 | 225 KB/sec |
| QW3095XLF | 2,0 GB | 77 | 67.733 | 78 | 900 | 225 KB/sec |
| QW3210XLF | 2,3 GB | 72 | 76.300 | 47,2 | 1800 | 300 KB/sec |

În 1995, companiile Conner, Iomega, HP, 3M Company și Sony și-au unit eforturile pentru crearea unui sistem care crește și mai mult capacitatea minicartușelor. Rezultatul eforturilor a fost numit Travan, un cuvând inventat. Totuși, conceptul care a stat la bază a beneficiat de mai puțină creativitate decât numele. Capacitatea mai mare a fost obținută prin creșterea cantității de bandă, lucru posibil prin crearea unor cartușe mai mari.

Cartușele Travan sunt mai mari pe toate cele trei dimensiuni. Acestea sunt mai late, mai lungi și mai înalte. Înălțimea mai mare permite folosirea unei benzi mai late, respectiv banda de opt milimetri (0,315 inci) lansată de Sony pentru formatul QIC-Wide. Banda mai lată permite creșterea numărului de piste cu aproximativ 30 de procente (de la 28 la 36 în primul format Travan).

În plus, cartușele Travan sunt mai mari cu o jumătate de inci pe lungime și pe lățime. Cartușele Travan măsoară 0,5x3,6x2,8 inci, fiind mai mici în partea frontală (3,2 inci) decât în partea din spate, acolo unde se află rolele de bandă. Intern, cartușele Travan folosesc același mecanism inventat de 3M ca și celelalte cartușe de un sfert de inci și trebuie să fie formatate înainte de folosire.

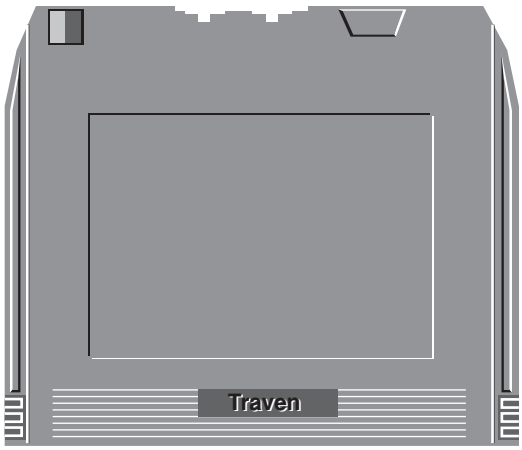



**FIGURA 13.4**
*Cartuș cu bandă Travan.*

Deși creșterea dimensiunii pare modestă, permite mai mult decât dublarea lungimii benzii, de la 307 picioare (93,57 metri) în cartușele DC2120, la 750 picioare (228,6 metri) în cartușele Travan. Datorită dimensiunilor mai mari, cartușele Travan au o formă specifică, dreptunghiulare cu două colțuri rotunjite, pentru a permite introducerea mai ușoară în unitatea de bandă. Figura 13.4 prezintă un cartuș Travan.

Combinația dintre numărul mai mare de piste și lungimea mai mare a benzii a fost suficientă pentru creșterea capacității la 400 MB (necomprimat) în prima implementare a modelului Travan. Nici un aspect al cartușului Travan nu împiedică dezvoltările ulterioare, așa că orice dezvoltare a minicartușelor standard poate fi aplicată direct pentru creșterea capacității cartușelor Travan. De fapt, de la introducerea pe piață,

cartușele Travan au fost îmbunătățite de trei ori, de fiecare dată capacitatea fiind cel puțin dublată.

Prima modificare, care a avut ca rezultat modelul TR-2, a îmbunătățit coercitivitatea mediului magnetic și a permis creșterea densității datelor, atât prin mărirea numărului de piste, cât și a densității liniare pe fiecare pistă. Următoarea modificare a dublat densitatea liniară, fără să modifice numărul de piste, și a avut ca rezultat modelul TR-3. O altă creștere a densității liniare, asociată cu o creștere corespunzătoare a numărului de piste, a dus la obținerea modelului TR-4, cu o capacitate de 4 GB pe cartuș. Tabelul 13.5 prezintă caracteristicile diferitelor implementări Travan.

**Tabelul 13.5** Specificațiile cartușelor cu bandă Travan

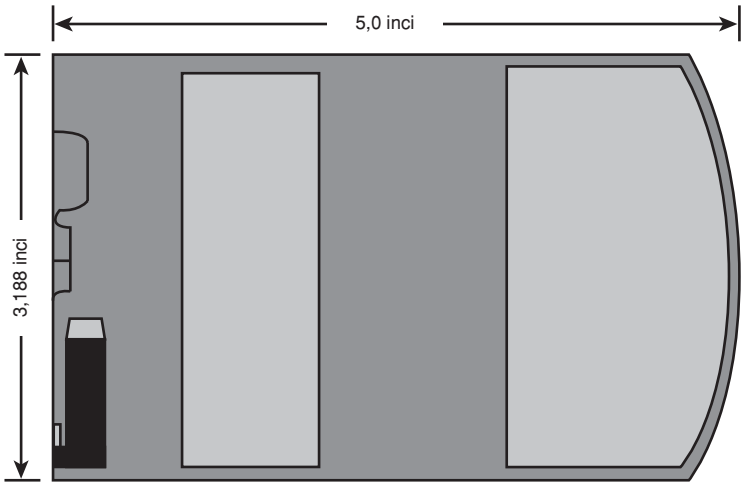
| *Model* | *TR-1* | *TR-2* | *TR-3* | *TR-4* |
|---|---|---|---|---|
| Capacitate, necomprimat | 400 MB | 800 MB | 1,6 GB | 4 GB |
| Capacitate, comprimat | 800 MB | 1,6 GB | 3,2 GB | 8 GB |
| Rata minimă de transfer | 62,5 KB/sec | 62,5 KB/sec | 125 KB/sec | 567 KB/sec |
| Rata maximă de transfer | 125 KB/sec | 125 KB/sec | 250 KB/sec | 567 KB/sec |
| Lungimea benzii | 750 ft. | 750 ft. | 750 ft. | 740 ft. |
| Lățimea benzii | 0,315 in. | 0,315 in. | 0,315 in. | 0,315 in. |
| Coercitivitatea mediului magnetic | 550 Oe | 900 Oe | 900 Oe | 900 Oe |
| Număr de piste | 36 | 50 | 50 | 72 |
| Densitatea datelor | 14.700 ftpi | 22.125 ftpi | 44.250 ftpi | 50.800 ftpi |
| Interfață | Dischetă | Dischetă | Dischetă | SCSI/EIDE |
| Compatibilitate la citire/scriere | QIC-80 | QIC-3010 | 3020/3010 | 3080/3095 |
| Compatibilitate numai la citire | QIC-40 | QIC-80 | QIC-80 | QIC-3020 |

Probabil cel mai remarcabil aspect al modelului Travan este compatibilitatea: o unitate Travan acceptă cartușe standard DC2000, cartușe QIC-Wide, precum și cartușe proprii – aceasta înseamnă cartușe cu dimensiuni diferite și benzi magnetice cu lățimi diferite. Compatibilitatea este extinsă atât la citire, cât și la scriere, pentru toate cele trei tipuri de cartușe. Diferitele implementări Travan asigură și compatibilitatea înapoi. Standardele mai recente pot să citească și benzile înregistrate sub standardele Travan anterioare.

**QIC-EX**

Atât timp cât există cartușe care nu intră cu totul în unitățile de bandă, precum Travan, de ce nu ar exista și cartușe care rămân în afara unității? Această idee stă la baza filozofiei QIC-EX. Ieșind cu aproape trei inci în afara unității de bandă, cartușele QIC-EX conțin până la 1000 picioare (304,8 metri) de bandă magnetică în format QIC. Aceasta înseamnă mai mult decât dublul capacității minicartușelor obișnuite. Crescând și lățimea benzii până la valoarea de opt milimetri, specifică modelelor QIC-Wide, cartușele QIC-EX pot ajunge la capacități de ordinul gigaocteților. Figura 13.5 prezintă dimensiunile unui cartuș QIC-EX.

**FIGURA 13.5**
*Dimensiunile unui cartuș QIC-EX.*




Spre deosebire de modelul Travan, care are nevoie de o unitate cu deschidere mai mare, deoarece cartușele sunt mai late, modelul QIC-EX are aceeași lățime ca și minicartușele standard. Ca urmare, cartușele QIC-EX pot fi folosite în cele mai multe unități de minicartușe, oferind o creștere instantanee a capacității.

**Comprimarea datelor**

O altă metodă de creștere a capacității cartușelor cu bandă este comprimarea datelor. Folosind programele de comprimare a datelor, puteți să dublați capacitatea nominală a benzilor. De fapt, standardele QIC acoperă doi algoritmi de comprimare. QIC-122 se bazează pe același algoritm de comprimare folosit de programul Stacker al firmei Stac Electronics. QIC-130 este un standard de comprimare dezvoltat de compania Hewlett-Packard și folosește un algoritm numit DCLZ, prescurtarea de la „Data Compression according to Lempel and Ziv" („Comprimarea datelor în conformitate cu Lempel și Ziv"). Ambele metode de comprimare QIC se bazează pe același principiu: reducerea datelor repetitive la un atom mai mic care referă un bloc de date mai lung, păstrat într-un dicționar. Algoritmii verifică fluxul de date recepționate, identifică secvențele înregistrate în dicționare și le înlocuiesc cu atomii corespunzători. Ambii algoritmi oferă o creștere medie aparentă a capacității de stocare de aproximativ două ori, în funcție de datele stocate.

Cu excepția primelor trei standarde pentru cartușe (QIC-24-DC, QIC-120-DC și QIC-150-DC), standardele QIC permit producătorilor să aleagă oricare dintre cele două metode de comprimare. Producătorii de minicartușe au optat pentru aceeași metodă de comprimare, cu excepția standardelor QIC-100-MC și QIC-128-MC (pentru care nu a fost adoptat nici un standard de comprimare) și QIC-3010-MC și QIC-3020-MC (pentru care QIC a adoptat numai standardul de comprimare QIC-122).

**Compatibilitatea cartușelor**

Compatibilitatea rămâne o problemă spinoasă și în cazul cartușelor de bandă de un sfert de inci. Benzile cu aceleași dimensiuni fizice încap în unitățile de bandă, indiferent de format, dar pentru operarea corespunzătoare, mecanismul unității trebuie să corespundă cu mediul magnetic din punctul de vedere al coercitivității. Cu excepțiile prezentate anterior, benzile înregistrate sub un anumit standard nu pot fi citite în unitățile care respectă un alt standard. Totuși, excepțiile existente vă permit să instalați o nouă unitate de bandă fără să actualizați și să înlocuiți toate copiile de siguranță făcute deja pe benzi.

Problemele de compatibilitate au însă rădăcini mai adânci. Chiar dacă două unități de bandă respectă același standard, s-ar putea ca benzile înregistrate să nu fie interschimbabile. Unele standarde QIC definesc numai formatul fizic al benzii – adică numărul de piste și numărul de biți pe inci. Fiecare producător poate să decidă modul de gestionare a informațiilor stocate, de exemplu prin împărțirea în blocuri sau în sectoare. Alte standarde QIC definesc și formatul logic al datelor stocate pe bandă, dar nu specifică aranjarea exactă a structurii de fișiere. Aceste aspecte sunt lăsate în seama celor care produc programele de salvare. Ca rezultat, deși benzile sunt interschimbabile și pot fi citite indiferent de echipamentele folosite, este posibil ca programele de creare a copiilor de siguranță să nu poată înțelege datele de pe bandă. Deoarece nu este asigurată compatibilitatea dintre structurile de fișiere, puteți să citiți fiecare octet de pe bandă, dar nu obțineți decât o grămadă de date – fișiere care nu știți unde încep și unde se termină.

Unele standarde QIC sunt proiectate astfel încât cartușele să fie interschimbabile. De fapt, două standarde QIC (QIC-140 și QIC-141) includ specificații pentru cartușe de date și minicartușe cu acces numai pentru citire, destinate distribuirii produselor software. Totuși, folosirea cartușelor pentru distribuirea programelor nu a câștigat prea mulți adepți. Producerea în serie a discurilor CD-ROM costă mult mai puțin, deși benzile pot fi competitive față de discurile CD înregistrabile atunci când sunt necesare numai câteva copii.

## Digital Linear Tape

În sens strict, toate aceste formate de bandă, de la rolele deschise până la cartușele QIC, sunt formate digitale liniare. În aceste sisteme, banda magnetică se deplasează pe lângă un cap de citire/scriere staționar, care scanează semnale digitale. Totuși, există un sistem care se numește chiar *Bandă Digitală Liniară* (Digital Linear Tape), cu litere mari, un sistem bazat pe cartușe care folosește benzi cu lățimea de jumătate de inci, rulate de viteze ce depășesc 100 de inci pe secundă (aproximativ 3 metri pe secundă). Acest nume – și în special inițialele, *DLT* – au rolul de a sublinia relația cu formatul elicoidal DAT (Digital Audio Tape, despre care vom discuta ceva mai târziu în acest capitol). Ambele sunt sisteme de mare capacitate, destinate salvării hard-discurilor actuale și a matricelor de discuri, cu capacități de mai mulți gigaocteți.

Sistemele DAT și DLT se diferențiază prin ceva mai mult decât o simplă inițială. Conform producătorului, mediile și mecanismele DLT au o durată de funcționare de cinci ori mai mare decât echivalentele DAT. Mai mult, capacitatea ultimelor sisteme DLT lasă în urmă formatele elicoidale. În prezent, capacitatea unui singur cartuș este de 20 GB (40 GB comprimat) și se lucrează pentru obținerea unor capacități mai mari. Ca și sistemele elicoidale de opt milimetri, sistemele DLT permit automatizarea, iar echipamentele DLT cu mai multe cartușe (tonomate) ar putea oferi un spațiu de stocare de ordinul teraocteților, fără nici o intervenție din partea operatorului. Dezvoltatorii tehnologiei DLT estimează că un singur cartuș va putea stoca până la 200 GB și va asigura o rată de transfer de peste 20 MB/sec, în urma perfecționării acestei tehnologii.

Capacitatea imensă a cartușelor DLT are legătură cu originea acestei tehnologii. Inițial, această tehnologie a fost proiectată ca sistem de salvare pentru minicalculatoare. Lansat pe piață de producătorul de minicalculatoare Digital Equipment Corporation la începutul anilor 1980, acest sistem a fost dezvoltat de Quantum Corporation. Deși unitățile de acest tip sunt oferite de mai mulți producători, sub diferite nume brevetate, toate modelele existente în prezent sunt fabricate de Quantum.

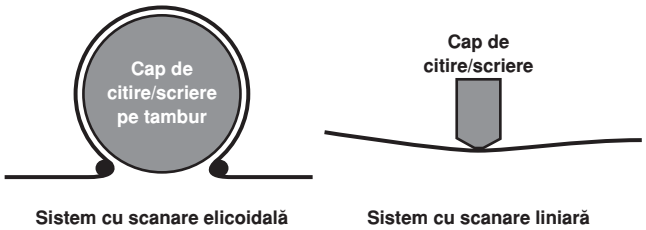
Viteza de deplasare a benzii diferențiază sistemele DLT de alte sisteme de stocare liniară. În unitățile Quantum DLT4000 actuale banda se deplasează cu o viteză de 150 de inci pe

secundă, atât pentru scriere cât și pentru citire. Alte sisteme liniare se apropie de această viteză numai atunci când derulează banda. De fapt, viteza relativă de deplasare a benzii față de cap este mai mare decât în cazul sistemelor de bandă elicoidale, ceea ce se traduce direct în rate de transfer mai mari. Rata de transfer a sistemelor actuale ajunge la 10 MB/sec pentru date comprimate și 5 MB/sec fără comprimare.

Unul dintre avantajele sistemului DLT este evident – un element mobil mai puțin (capul de citire/scriere) înseamnă mai puține surse de probleme. Într-adevăr, sistemele DLT sunt inerent mai simple decât sistemele elicoidale. Chiar și așa, unitățile de bandă DLT sunt destul de complexe. Pentru a uniformiza mișcarea benzii față de capul magnetic, indiferent de capriciile butucului de antrenare și cartușului, unitatea DLT trage o parte din bandă în afara cartușului, întinzând-o peste capul de citire/scriere.

Durabilitatea mediului și mecanismului DLT are la origine aplicarea tehnologiei liniare. Benzile rezistă mai mult, deoarece sunt supuse unor tensiuni mai mici decât în cazul sistemelor elicoidale. În cazul sistemelor DLT, nu este necesară înfășurarea benzii pe mai mult de jumătate din capul de citire/scriere. De asemenea, nu mai este nevoie ca banda să formeze unghiuri ascuțite pentru a acoperi suprafața capului, așa cum se poate vedea în Figura 13.6. În plus, forța de contact dintre bandă și cap în sistemele liniare este mult mai mică decât în cazul sistemelor elicoidale.

**FIGURA 13.6**
*Comparație între traseele urmate de banda magnetică în sistemele elicoidale și sistemele liniare.*




Ca rezultat al traseului mai puțin complicat, rezistența benzilor DLT este evaluată la 500.000 de treceri, în comparație cu 2.000 de treceri pentru benzile folosite în sistemele elicoidale. Deoarece în timpul operării obișnuite banda trece pe lângă capul de citire/scriere de câteva zeci de ori (până la 64 de treceri pentru acoperirea tuturor pistelor), durata de viață a cartușelor DLT este estimată la 10.000 de utilizări. În plus, durata de viață a capetelor de citire/scriere DLT este evaluată la 10.000 de ore, față de 2.000 de ore pentru sistemele cu bandă de 8 mm, deoarece presiunea mai mică a benzii uzează mai puțin capul.

Un dezavantaj distinct al sistemelor DLT este timpul lung de încărcare a unei benzi – aproximativ 90 de secunde. Imediat după introducerea cartușului în unitatea de bandă, este nevoie de câteva secunde pentru extragerea benzii și întinderea acesteia peste capul de citire/scriere. Următorul pas consumă cel mai mult timp. Deoarece pistele înregistrate pe lățimea benzii sunt foarte înguste, este necesară poziționarea foarte precisă a capului de citire/scriere, precum și configurarea circuitelor electronice în funcție de caracteristicile benzii. Acest lucru se face prin citirea a două piste de calibrare și ajustarea fină a poziției capului, precum și a câștigului amplificatoarelor. (Dacă unitatea de bandă nu se poate calibra, vă avertizează că este necesară curățarea capului.) După calibrare, banda este derulată la început, apoi este citit directorul benzii, pe care unitatea îl stochează în memorie, pentru a găsi mai repede fișierele. Deși această durată mare de așteptare poate să vă facă să vă pierdeți răbdarea, este mai puțin importantă pentru sistemele automate de salvare cu tonomate de cartușe, principalul domeniu pentru care a fost creată această tehnologie.

Sistemele DLT actuale înregistrează între 128 și 206 de piste pe lățimea de jumătate de inci a benzii. Primele sisteme puteau să citească sau să scrie simultan două dintre cele 128 de piste, așa că pentru parcurgerea completă a benzii erau necesare 64 de treceri. Cea mai nouă unitate, DLT 7000, are patru canale de citire sau de scriere, fiind necesare 53 de treceri pentru acoperirea completă a benzii.

Pentru reducerea timpului de scanare, unitățile DLT folosesc înregistrarea în serpentină. În plus, directorul benzii indică și localizarea pistei. Atunci când caută un fișier, unitatea DLT verifică mai întâi directorul (care este stocat atât pe bandă, cât și în memorie), incrementează poziția capului pe pista corectă, apoi scanează banda până la fișierul respectiv, printr-o singură trecere a benzii. Timpul estimat de acces al unităților DLT actuale variază între 45 și 68 de secunde, cu un timp maxim de acces de la începutul benzii la orice fișier de pe bandă de 90 de secunde. Tabelul 13.6 prezintă câteva dintre specificațiile modelelor DLT actuale.

**Tabelul 13.6** Specificațiile diferitelor modele de unități de bandă DLT

| | *DLT 7000* | *DLT 4000* | *DLT 2000* | *Unitate de măsură* |
|---|---|---|---|---|
| Capacitate nativă | 35 | 20 | 10 | Gigaocteți |
| Rată de transfer nativă | 5 | 1,5 | 1,25 | MB/sec |
| Număr de piste | 208 | 128 | 128 | Piste |
| Densitatea pistelor | 416 | 256 | 256 | Piste pe inci |
| Densitatea de înregistrare | 86.000 | 86.000 | 62.500 | Biți pe inci |
| Timp de acces | 60 | 68 | 45 | Secunde |

Cartușele DLT au formă pătrată, cu latura de 4,2 inci și o grosime de jumătate de inci. Diversele unități DLT folosesc benzi de tipuri și lungimi diferite, de la 1100 de picioare (335,28 metri) de bandă cu grosimea de 0,5 mil (miimi de inci), la 1823 picioare (555,65 metri) de bandă cu grosimea de 0,3 mil. Diferitele modele de unități DLT sunt compatibile cu mediile folosite de modelele anterioare. De exemplu, o unitate DLT 7000 poate să citească și să scrie toate formatele DLT anterioare, cu capacități între 2,6 și 35 GB.

## Linear Tape Open

Atunci când DLT a fost lansat ca standard brevetat, Hewlett-Packard, IBM și Seagate și-au unit eforturile pentru dezvoltarea unui format deschis pentru un mediu de bandă liniară, care ar fi putut fi sprijinit de întreaga industrie de profil. Pentru promovarea caracterului deschis al standardului, grupul a publicat noua idee pe 7 aprilie 1998, sub numele *Linear Tape Open* sau LTO.

LTO este un format de bandă care acceptă două tipuri de cartușe, Accelis și Ultrium. Cele două cartușe sunt foarte diferite din punct de vedere fizic și fiecare are nevoie de un tip propriu de unitate. Principalul scop al unităților Accelis este accesul rapid, în timp ce al unităților Ultrium este capacitatea mare. Ambele formate folosesc aceeași organizare a capetelor și a pistelor, același număr de canale și aceeași tehnologie de control servo. La fel, cele două tipuri de unități au circuite comune (inclusiv cipurile LSI) și folosesc structuri similare pentru cod.

Primele unități LTO scriu între patru și opt canale paralele de date, la fel ca venerabilele benzi cu nouă piste și sistemele IBM 3480. Formatul LTO împarte lățimea benzii fizice în

*benzi logice*, fiecare având propriile canale servo. Unitățile curente au de la două până la patru benzi logice, în funcție de formatul cartușului.

Capetele de citire/scriere ale unității execută mai multe treceri înainte și înapoi pe fiecare bandă logică, astfel încât fiecare bandă logică poate conține între 96 și 128 de piste de date, pe lângă informațiile servo. Numărul de piste pentru fiecare tip de cartuș este constant, indiferent dacă unitatea folosește patru sau opt canale de date. Capetele unității LTO se deplasează pentru accesul la pistele din fiecare bandă logică, precum și pentru trecerea de la o bandă logică la alta.

Pentru a permite urmărirea benzilor logice și pentru localizarea datelor, în părțile de sus și de jos ale fiecărei benzi logice sunt incluse piste servo. Aceste piste servo conțin atât date de sincronizare, cât și informații longitudinale, care permit unității să determine poziția exactă în care se face scrierea sau citirea pe lungimea benzii.

Față de alte tehnologii de bandă liniară, LTO pătrunde și mai mult în domeniul densităților înalte, înregistrând 100 de megabiți pe inci pătrat de bandă. Primele unități care respectau formatul LTO foloseau codarea RLL, cu metode integrate de corectare a erorilor și algoritmi îmbunătățiți de comprimare, care dublează capacitatea nativă de stocare a fiecărui cartuș. Viitoarele formate LTO vor folosi tehnologia PRML (partial-response maximum likelihood), în locul codării RLL.

Formatul LTO înglobează informațiile de corectare a erorilor în canalele de date, în loc să folosească o pistă separată. Codul de corectare a erorilor se extinde pe două dimensiuni, în timp și pe piste. Grupul LTO susține că acest cod este atât de puternic, încât permite refacerea datelor chiar dacă se pierde o pistă întreagă, plus încă un procent din datele rămase. Unitățile folosesc tehnologia de *rescriere dinamică*, prin care este rescrisă o copie a blocurilor de date care conțin erori.

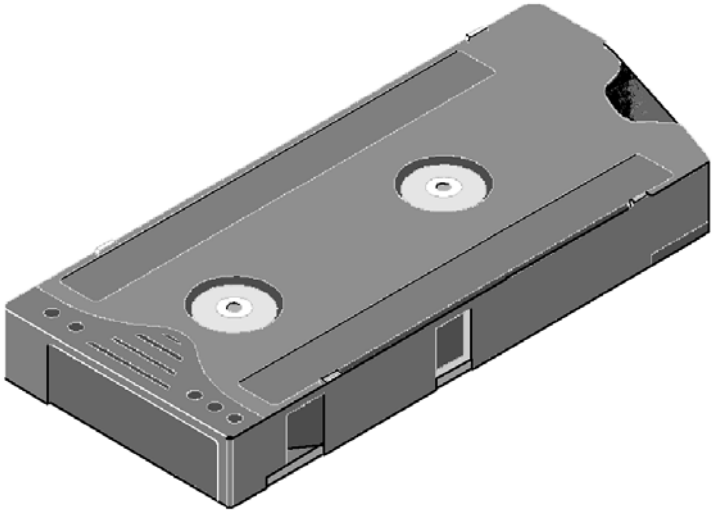
Fiecare cartuș LTO conține un cip RAM de 32 de kilobiți, care stochează electronic informații pentru localizarea datelor de pe cartuș. Unitatea folosește o tehnologie fără contact (unde radio, în esență) pentru citirea datelor conținute de cip, fără ca banda să fie deplasată. În acest fel, unitatea poate să localizeze datele sau zonele libere de pe bandă fără să scaneze întreaga bandă.

Pentru obținerea unei viteze mai mari, formatul Accelis folosește un cartuș cu două role, astfel încât banda poate fi deplasată rapid înainte și înapoi. În plus, cartușele Accelis sunt încărcate cu banda egal împărțită între cele două role (în loc să deruleze banda la un capăt, așa cum fac alte formate de cartușe cu două role), așa că punctul cel mai îndepărtat se află numai la jumătate din lungimea totală a benzii. Cartușul Accelis este mai lung, dar mai îngust decât cartușul QIC-EX, măsurând 5,4 inci (137 mm) pe 2,3 inci (59 mm) pe 0,6 inci (16 mm). Cartușul Accelis nu este perfect dreptunghiular, partea din față fiind oblică. Figura 13.7 prezintă un cartuș Accelis.

Fiecare cartuș Accelis conține 216 metri de bandă cu lățimea de opt milimetri. Două benzi logice conțin câte 128 de piste, din totalul de 256 de piste înregistrate pe lățimea benzii fizice.

Primele modele Accelis asigurau acesul la orice punct de pe bandă în 10 secunde. Fiecare cartuș poate conține 25 GB de date necomprimate, cu benzi logice de date pe opt canale înregistrate pe lățimea benzii fizice. Primele sisteme ofereau rate de transfer între 10 și 20 MB/sec. Standardul prevede crearea unor cartușe cu capacități până la 200 GB (fără comprimare) și rate de transfer între 80 și 160 MB/sec.

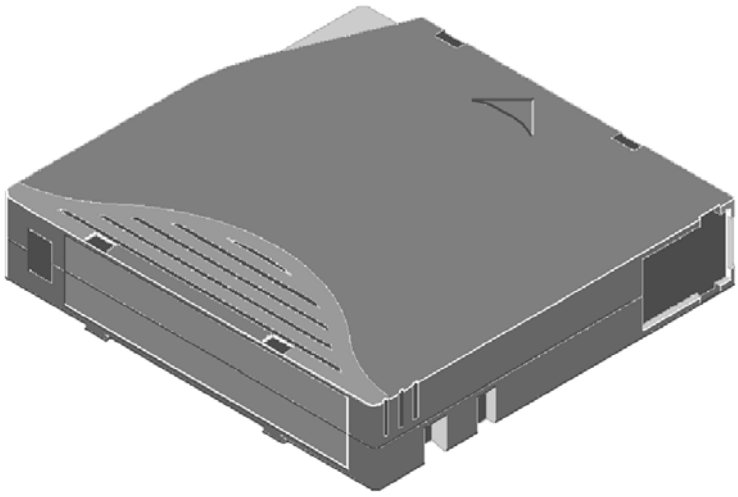
**FIGURA 13.7**
*Un cartuș Accelis LTO.*



Ultrium este un model cu o singură rolă, la fel ca sistemul de cartușe 3480/3490 al firmei IBM (din care se pare că a fost derivat). A doua rolă – numită *rolă de preluare* – se află în interiorul unității. Atunci când introduceți un cartuș Ultrium în unitate, un dispozitiv prinde un ac aflat la marginea benzii, trage banda din cartuș și o înfășoară pe rola de preluare. Rola trage apoi banda peste capetele de citire/scriere.

Pentru creșterea capacității, cartușele Ultrium folosesc o bandă mai lată decât cea a sistemului Accelis (jumătate de inci), cu mai multe piste înregistrate pe lățime – 384 de piste împărțite în patru benzi logice cu câte 96 de canale. Cartușele Ultrium sunt aproape pătrate, măsurând 4,1 inci (105 mm) pe 4,0 inci (102 mm) pe 0,8 inci (21,5 mm). Figura 13.8 prezintă un cartuș Ultrium.

**FIGURA 13.8**
*Un cartuș Ultrium.*



Primele modele Ultrium puteau stoca 100 GB, fără comprimare, pe un cartuș cu bandă de 600 de metri, 30 GB (180 de metri) sau 50 GB (300 de metri). Formatul permite capacități de până la 800 GB, cu rate de transfer între 80 și 160 MB/sec.

Grupul LTO întreține pentru informare un sit Web, la adresa `www.lto-technology.com`.

## Sisteme de bandă cu scanare elicoidală

Deși tehnologia de înregistrare cu scanare elicoidală a fost destinată inițial semnalelor video, aceasta este foarte potrivită și pentru datele digitale. Viteza relativă mare dintre bandă și capul de citire/scriere se poate traduce în rate mari de transfer al datelor. Deși pistele înguste de date oferă doar un spațiu redus pentru înregistrarea semnalului, ceea ce crește conținutul potențial de zgomote, tehnologia digitală permite evitarea zgomotelor. La fel ca pentru orice alte semnale digitale, circuitele electronice ale sistemului de bandă cu scanare elicoidală ignoră zgomotele, iar circuitele de corectare a erorilor elimină tot ce nu poate fi ignorat.

Sistemele cu scanare elicoidală sunt produse ale erei digitale. Acestea elimină necesitatea preciziei mecanice a sistemelor cu scanare liniară, în favoarea unor modele cu control servo. Mecanismele servo ale sistemului de înregistrare cu scanare elicoidală controlează atât viteza benzii, cât și viteza capului, pentru a asigura poziționarea exactă a capului de citire/scriere pe pistele de pe bandă. Deși circuitele servo pot fi construite și cu alte tehnologii, componentele electronice digitale și miniaturizarea fac ca aceste circuite să fie banale, putând fi integrate pe un singur cip de control. Mai mult, controlul servo compensează automat impreciziile de operare și chiar de construcție din sistemul de transport al benzii. Acest model permite reducerea costurilor de producție și adaptarea în timp a sistemului la uzură și îmbătrânire.

În prezent, sunt folosite trei sisteme de bandă cu scanare elicoidală pentru datele digitale: banda de opt milimetri, banda de patru milimetri (numită oficial Digital Data Standard sau DDS) și un sistem brevetat vândut de firma Pereos, care nu este prezentat aici.

### Banda de opt milimetri

Probabil cea mai cunoscută utilizare a benzii de opt milimetri sunt camerele video miniaturizate. Sony a lansat acest mediu ca un sistem de înregistrare video compact, de înaltă calitate. Același tip de bandă a fost ulterior adoptat de Exabyte Corporation pentru înregistrarea datelor și lansat pe piața calculatoarelor personale în 1987.

Aparatele de înregistrare video au fost folosite în trecut ca bază pentru sistemele de salvare. Totuși, acestea se bazau pe transformarea semnalelor digitale transmise de calculator în semnale analogice, care puteau fi înregistrate ca și semnalele video. Alpha Microsystems a aplicat această tehnică pentru un produs numit Videotrax, care folosea o singură placă de extensie din calculatorul gazdă pentru transformarea datelor transmise de hard-disc sau de alt sistem în semnale video NTSC (National Television Standards Committee). Semnalele rezultate erau apoi stocate cu ajutorul unui videocasetofon obișnuit. Sistemul elicoidal creat de Exabyte înregistrează datele digitale în format digital, fără conversie. De fapt, sistemul Exabyte are în comun cu sistemul de înregistrare video numai caseta de opt milimetri. Semnalele și echipamentele sunt complet diferite.

Caseta de opt milimetri seamănă cu caseta audio, deoarece are două role de antrenare într-o carcasă de plastic, dar banda este mai lată (desigur, are opt milimetri; adică 0,315 inci față de 0,150 inci în cazul casetelor audio), iar caseta are un capac rabatabil care protejează banda împotriva deteriorărilor fizice. Caseta măsoară 3,75 pe 2,5 inci și are o grosime de aproximativ jumătate de inci.

În sistemul Exabyte original de înregistrare digitală pe bandă de opt milimetri, tamburul cu capetele de citire/scriere se rotea cu o viteză de 1800 rotații pe minut, iar banda se plasa cu viteza de 10,89 milimetri pe secundă, obținându-se o densitate de 819 piste pe inci și o densitate de flux de 54 de kilobiți pe inci – destul pentru a asigura o capacitate

de 2,5 GB pentru fiecare cartuș. Îmbunătățirile ulterioare au extins capacitatea cartușelor la 5 GB fără comprimare și 10 GB în cazul folosirii metodelor de comprimare. Banda poate fi derulată cu rapiditate înainte sau înapoi pentru găsirea unei anumite poziții (sau a unui anumit bloc de date), în aproximativ 15 secunde.

Unitățile de opt milimetri au prețuri destul de mari. Sistemele complete costă mii de dolari. Numai unitatea poate costa peste o mie de dolari. Principala aplicație a acestor sisteme sunt salvările de siguranță ale serverelor de fișiere, care pot beneficia de capacitatea mare oferită.

## Advanced Intelligent Tape

Una dintre cele mai mari probleme ale benzilor este necesitatea de scanare a întregii benzi pentru identificarea datelor stocate. Deși un număr de companii au creat formate de date cu o structură de directoare, acestea cresc durata procesului de salvare sau de restaurare și, de obicei, impun formatarea benzii înainte de folosire – cerințe care fac benzile mai puțin convenabile. Sony a pus la punct o altă tehnologie. Prin încorporarea unei memorii RAM nevolatile în carcasa unei benzi de opt milimetri, unitatea de bandă poate să găsească mai repede informațiile de catalog, fără să scaneze banda. Nu este necesară citirea întregii benzi pentru identificarea informațiilor.

Această memorie face ca benzile *Advanced Intelligent Tape* să fie inteligente. Fiecare cartuș include 16 KB pentru stocarea informațiilor de conținut și de localizare. Fiecare cartuș poate stoca până la 25 MB de date necomprimate. Folosind comprimarea datelor, sistemul AIT poate ajunge la rate de transfer de 6 MB/sec, cu o capacitate de 50 MB pentru un cartuș.

Deși se bazează pe tehnologia de opt milimetri, sistemul AIT nu este compatibil cu mediile mai vechi. Unitățile AIT nu acceptă benzile de opt milimetri convenționale, iar protejarea hardware la scriere nu permite unităților mai vechi să modifice benzile AIT.

## Digital Data Storage

Dezvoltate inițial ca sistem de înregistrare a muzicii, benzile *Digital Data Storage* (Stocare pentru date digitale) au fost lansate pe piață sub numele *Digital Audio Tape* (Bandă audio digitală) sau DAT, nume aplicat uneori acestui sistem chiar și în cazul stocării datelor de pe calculatoare. Această tehnologie a fost folosită pentru prima dată ca mediu de stocare pentru calculatoare în 1989. Deoarece folosește bandă magnetică cu lățimea de patru milimetri (de fapt 3,81 mm, adică 0,150 inci, aceeași dimensiune ca pentru casetele audio) sistemul DAT este numit uneori sistem de patru milimetri. Datorită benzii subțiri, sistemele DAT folosesc cartușe de dimensiuni mici pentru stocarea unor cantități imense de date.

Primul sistem DAT oferea o capacitate de 1,3 GB pe casete de numai 0,4x2,9x2,1 inci. Aceasta era, în momentul respectiv, cea mai mare densitate de înregistrare pentru benzile destinate calculatoarelor, respectiv 114 megabiți pe inci pătrat pe o bandă cu particule metalice de 1450 oerstezi (același material cu cel folosit pentru benzile de opt milimetri). O casetă conține 60 sau 90 de metri de bandă. Benzile mai scurte stochează 1,3 GB; cele mai lungi, 2,0 GB.

La inițiativa firmelor Hewlett-Packard și Sony Corporation, acest format a fost oficializat în 1990 sub numele DDS, numit uneori și DDS-1 (pentru a face diferențierea față de formatele anterioare). Același format se ascunde și sub numele DDS-DC, care folosește *comprimarea datelor* pentru creșterea capacității. Deși, inițial, formatul DDS era menționat în unele publicații ca fiind prescurtarea de la Digital Data Standard, organizația care coordonează specificațiile standardului îl numește oficial *Digital Data Storage*.

În 1993, aceleași companii au actualizat standardul sub numele DDS-2, dublând viteza de transfer al datelor și capacitatea sistemului și lansând casetele cu bandă de 120 de metri, cu un mediu bazat pe pulberi metalice.

În 1995, standardul a fost actualizat încă o dată, sub numele DDS-3, care permite stocarea a 12 GB pe fiecare cartuș (24 GB cu comprimarea datelor). În plus, standardul DDS-3 permite rate de transfer duble față de DDS-2, cu viteze potențiale de până la 1,5 megabiți pe secundă (fără să fie luate în calcul efectele comprimării). DDS-3 folosește același mediu ca și formatul anterior, dar crește densitatea datelor la 122 kilobiți pe inci. Elementul cheie pentru obținerea densității mai mari este o nouă tehnologie, numită *probabilitate maximă de răspuns parțial* (PRML).

Anunțat în 1998, cu posibilitatea apariției primelor produse către sfârșitul anului 1999, standardul DDS-4 îmbunătățește formatul de patru milimetri, asigurând o capacitate de până la 20 GB pe o singură bandă. O parte din creșterea capacității se datorează folosirii unor benzi mai lungi, care ajung la 155 de metri. În plus, standardul DDS-4 reduce cu 25 de procente lățimea pistelor. Datorită densității mai mari a datelor, sistemele DDS-4 oferă și un câștig de viteză. Standardul permite rate de transfer între 1 și 3 megabiți pe secundă.

DDS-5, planificat pentru 2001, propune o capacitate nativă de 40 GB, obținută prin folosirea unei benzi mai lungi, densitate de înregistrare mai mare, folosind un canal de citire PRML (a se vedea Capitolul 9, „Interfețele de stocare“) și o eficiență mai mare a canalelor. Proiectanții anticipează rate de transfer de până la 6 megabiți pe secundă pentru unitățile DDS-5.

Tabelul 13.7 prezintă diferitele implementări ale standardelor DDS.

**Tabelul 13.7** Specificațiile DDS

| *Format* | *DDS* | *DDS-DC* | *DDS-2* | *DDS-3* | *DDS-4* | *DDS-5* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Anul lansării | 1989 | 1991 | 1993 | 1995 | 1999 | 2001 |
| Capacitatea cartușelor | 1,3 GB | 2,0 GB | 4,0 GB | 12 GB | 20 GB | 40 GB |
| Rata de transfer | 183 Kbiți/sec | 183 Kbiți/sec | De la 360 la 750 Kbiți/sec | De la 720 Kbiți/sec la 1,5 Mbiți/sec | De la 1 la 3 Mbiți/sec | De la 1 la 6 Mbiți/sec |
| Lungimea benzii | 60 m | 90 m | 120 m | 125 m | 155 m | Neanunțată |

Într-o unitate DDS, banda se mișcă foarte încet, având nevoie de trei secunde ca să se deplaseze cu un inci – ceea ce înseamnă o viteză a benzii de opt milimetri pe secundă. Tamburul cu capete se mișcă foarte repede, cu 2000 de rotații pe minut, înregistrând 1.869 piste pe inci liniar, cu o densitate a tranzițiilor de flux de 61 de kilobiți pe inci.

Tehnologia DAT are două avantaje importante: viteza de acces și capacitatea. În domeniul audio, mediul DAT a fost proiectat pentru accesul rapid la informații – găsirea unei anumite selecții muzicale. Ca urmare, transferată în domeniul calculatoarelor, o unitate DAT poate găsi un fișier în aproximativ 15 secunde. Deși viteza de acces este mai puțin importantă pentru salvările de siguranță, duratele mai mici simplifică operațiile de refacere a fișierelor.

Durata de viață estimată a benzii dintr-un cartuș DDS este de 2000 de treceri peste o secțiune dată a benzii. Deoarece o operație normală de salvare sau de restaurare poate să

implice trecerea de până la șase ori peste unele secțiuni, durata practică de viață a unui cartuș este de aproximativ 100 de sesiuni. Dacă impuneți un program săptămânal de salvare, folosind același cartuș o dată pe săptămână, ar trebui să înlocuiți cartușul după aproximativ doi ani de folosire.

Primele sisteme DAT foloseau aceleași benzi ca și echipamentele de înregistrare DAT. Totuși, standardele DDS ulterioare impun folosirea unor medii magnetice îmbunătățite cu coercitivități mai mari. Ca rezultat, pentru obținerea unei fiabilități maxime trebuie să folosiți benzi corespunzătoare standardului respectat de unitatea de bandă. Deși puteți să citiți benzi mai vechi în unități DDS mai noi, succesul scrierii (unde intră în joc coercitivitatea) este mai puțin probabil. La fel, benzile DDS nu funcționează în echipamentele de înregistrare DAT. DDS Manufacturers Group, organizația care coordonează activitățile DDS, a dezvoltat o tehnologie numită *Media Recognition System*, care poate să detecteze benzile DAT audio. Organizația DDS a pus la punct embleme distinctive pentru fiecare nivel al ierarhiei DDS, astfel încât să puteți distinge cu ușurință benzile și unitățile. Figura 13.9 prezintă emblemele DDS, de la DDS-2 la DDS-4.

**FIGURA 13.9** *Emblemele oficiale DDS-2, DDS-3 și DDS-4.*

Hewlett-Packard și Sony dețin drepturile de proprietate intelectuală asupra tehnologiei DDS și toate unitățile care o folosesc trebuie să primească o licență. Organizația DDS Manufacturers Group întreține un sit Web la adresa `www.dds-tape.com`.

# Alegerea unui sistem de salvare

Benzile au unele avantaje, dar nu sunt singurul sistem care poate fi folosit pentru salvările de siguranță. Ce alegeți depinde de tipul protecției de care aveți nevoie și de cât sunteți dispus să plătiți.

Ținând seama de faptul că prețurile PC-urilor au ajuns în jur de 1000$ și că puteți obține sisteme cu performanțe bune pentru jumătate din acest preț, un sistem de salvare de 2000$ nu prea are sens. De fapt, numai diferitele tipuri de minicartușe și unități DDS au sens pentru PC-urile individuale. Folosirea benzilor de opt milimetri, AIT, DLT și a formatelor LTO Accelis și Ultrium nu are sens decât pentru sistemele mari și pentru rețele în care unitățile cu prețuri de mii de dolari sunt acceptabile.

Nivelul de intrare pentru un sistem de bandă este de aproximativ 200$, ceea ce înseamnă un sistem cu minicartușe care poate stoca între 2 și 8 GB. Un sistem DDS de bază, cu o capacitate similară, dar acces mai rapid și costuri mai mici pentru mediile de stocare, costă cel puțin de trei ori mai mult. Alte soluții pentru salvările de siguranță oferă o valoare mai bună, dar și forme diferite de protecție. Printre opțiuni se numără un al doilea PC sau încă o unitate de disc, o unitate pentru cartușe de discuri, o unitate de CD-Recordable sau CD-RW și un sistem real de salvare pe bandă.

## Al doilea PC

Dacă vă cumpărați un PC mai modern sau dacă aveți atât un sistem desktop, cât și un PC notebook, puteți să folosiți unul dintre PC-uri ca sistem de salvare pentru celălalt. Această strategie are un avantaj unic: aveți un sistem de salvare complet. Dacă se întâmplă ceva cu unul dintre PC-uri, puteți continua să lucrați pe celălalt.

Dacă aveți deja un PC rămas în urma trecerii la un calculator mai modern, această strategie pare naturală. Totuși, pentru o salvare eficientă, trebuie să copiați fișierele de pe un sistem pe celălalt. Cea mai bună soluție este o mică rețea locală (două noduri sunt suficiente). Toate produsele software de care aveți nevoie sunt incluse în orice sistem de operare modern, iar componentele hardware suplimentare sunt minime: două plăci de rețea și un distribuitor (hub) sau un cablu de legătură încrucișat. Capitolul 23, „Lucrul în rețea“, vă oferă instrucțiuni pas cu pas pentru punerea în funcțiune a unei mici rețele.

Dacă aveți un PC notebook și un sistem desktop, rețeaua rămâne cea mai bună soluție pentru transferarea fișierelor, dar există și alte soluții. Puteți să conectați cele două sisteme cu un cablu *LapLink* (paralel sau serial, de obicei furnizat împreună cu programul *LapLink* al firmei Traveling Software) sau un cablu USB special, care permite interconectarea a două PC-uri master.

Strategia bazată pe două PC-uri are unele limitări. Este un sistem în care salvarea se face într-o singură operație. Nu aveți la dispoziție o serie continuă de copii de siguranță la care puteți să apelați atunci când aveți nevoie de o anumită versiune a unui fișier modificat de multe ori. Mai mult, crearea copiilor de siguranță pe un alt PC este o operație greoaie, așa că este foarte probabil să rămâneți în urmă și să nu aveți la dispoziție copiile pe care le vreți atunci când aveți nevoie de ele.

Din fericire, puteți să construiți un sistem automat de salvare, folosind unul dintre programele utilitare din Windows și funcția System Agent a sistemului de operare.

## Dublarea discurilor

Dublarea hard-discului prezintă aceleași neajunsuri ca și folosirea unui al doilea PC, dar pierde principalul avantaj al acestei strategii. Mai mult, dacă cele două hard-discuri se află în același PC, ambele sunt vulnerabile în fața acelorași pericole fizice. Ca și în cazul folosirii unui al doilea PC, pe cel de-al doilea hard-disc puteți să păstrați o singură copie de siguranță. O soluție mai bună este să folosiți un sistem RAID 0, care creează automat o copie de siguranță și vă protejează împotriva defectărilor hardware. Pe de altă parte, deoarece sistemul RAID copiază automat și aproape instantaneu datele de pe un disc pe celălalt, această strategie nu vă asigură o copie de siguranță la care să puteți reveni dacă modificați accidental un fișier existent.

Dublarea discurilor este o soluție foarte bună atunci când trebuie să refaceți un fișier salvat. Probabil puteți să refaceți un director întreg în mai puțin timp decât v-ar trebui ca să identificați banda corespunzătoare. Desigur, opțiunile pe care le aveți pentru refacerea fișierelor sunt puține, dacă nu creați o ierarhie cronologică de copii de siguranță pe al doilea hard-disc.

Dacă nu vreți să mizați totul pe o singură carte, puteți să folosiți pentru salvare o unitate de discuri *amovibilă*. Prin instalarea unității într-o *stivă portabilă* (descrisă în Capitolul 26, „Carcasele“), puteți să o scoateți din PC la sfârșitul zilei și să o încuiați – sau să o luați acasă. Puteți chiar să folosiți mai multe unități diferite, ca sistem pentru salvările de siguranță. Deși unitățile amovibile sunt mai scumpe decât cartușele de date, diferența este din ce în ce mai mică. Un hard-disc UDMA de 200$ poate să vă ofere un spațiu de stocare de 10 GB.

## Cartușele de discuri

Cartușele de discuri par o soluție care rezolvă toate problemele, combinând toate avantajele salvărilor pe bandă cu viteza și flexibilitatea folosirii unei a doua unități de hard-disc. Puteți să păstrați mai multe copii pe disc ale fișierelor importante, să încuiați

undeva în siguranță cartușele de discuri și chiar să dezvoltați un sistem real pentru salvarea de siguranță, astfel încât să puteți reveni la versiunile mai vechi ale fișierelor modificate. În același timp, cartușele de discuri asigură performanțe comparabile cu ale unităților de hard-disc convenționale.

Dezavantajele cartușelor de discuri sunt capacitatea și costul. Cele mai mari cartușe actuale pot stoca 2 GB, adică aproximativ un sfert din capacitatea celor mai mici sisteme Travan actuale. Mai mult, cartușele de discuri sunt mai scumpe, atât per cartuș, cât și per gigaoctet de stocare.

## CD-Recordable și CD-RW

Stocarea optică, în forma oferită de unitățile de CD-R și CD-RW, reprezintă o soluție mai puțin obișnuită pentru salvările de siguranță. CD-urile înregistrabile au ajuns destul de ieftine pentru a fi folosite ca sistem de arhivare. Deși nu puteți să mai modificați conținutul unui CD-R înregistrat, această caracteristică este o calitate pentru situațiile în care aveți nevoie de fișiere în forma originală sau de versiuni mai vechi ale fișierelor modificate.

O unitate de CD-RW merge mai departe și poate funcționa ca sistem real de salvare, care vă permite să rotiți discurile, în cicluri lunare sau săptămânale. De fapt, sistemele CD-RW vă oferă multe dintre avantajele sistemele de cartușe de discuri magnetice. Unitățile de CD-RW nu sunt la fel de rapide și de convenabile ca și cartușele de discuri pentru utilizarea zilnică, cu funcția de sistem primar de stocare. Totuși, prețul per gigaoctet al mediilor CD-RW este mai mic.

Principalul dezavantaj al mediilor optice actuale este capacitatea limitată a unui disc, respectiv 650 MB pentru un CD. Aveți nevoie de mai multe discuri pentru un sistem de salvare complet. Asul din mânecă al metodelor de stocare optică este sistemul DVD-RW. Astfel de unități pot stoca până la 5 GB pe un disc, dar în momentul scrierii acestei cărți, sistemele accesibile erau mai mult un vis decât o realitate.

## Sistemele de bandă

Fiecare dintre multele formate de benzi disponibile în prezent are propriile avantaje ca element de bază al unui sistem pentru salvări de siguranță. Prețul face din două formate opțiunea preferată pentru salvările individuale de pe PC-uri. Costul mic al unităților compatibile cu cartușele Travan și QIC-EX le face să fie cea mai bună opțiune atunci când bugetul este limitat. La începutul anului 1999, 200$ era prețul a 8 GB pentru salvările de siguranță. Unitățile DDS sunt mai scumpe (între 500$ și 700$ pentru produsele de intrare, în momentul scrierii acestei cărți), dar promit costuri mai mici per gigaoctet, datorită cartușelor ieftine. De asemenea, unitățile DDS permit accesul mai rapid la fișierele salvate.

# Funcționare

Atunci când cumpărați o unitate de bandă sau un mediu de stocare, trebuie să țineți seama și de alte aspecte, pe lângă formatul benzii. Printre acestea se numără modul de instalare a unității (intern sau extern) și mediile pe care le introduceți în unitate.

Primul lucru de care trebuie să țineți seama în legătură cu benzile – sau orice alt sistem de salvare – este că folosirea acestora nu este distractivă. Nu este ceva care să vă facă plăcere, ci care trebuie făcut. Salvarea pe bandă nu este un miracol, ci un medicament amar pe care trebuie să îl luați – este greu de înghițit și are o valoare abstractă foarte mică, indiferent cât trebuie să plătiți pentru el. Luați medicamentul, deoarece vi s-a spus

că este bun într-un fel pe care nu ați vrea niciodată să îl testați. Indiferent cât de mult zahăr adăugați, tot ați vrea ca medicamentul să dispară (împreună cu nevoia de a-l lua). Nu va dispărea, așa că este mai bine să îl înghițiți repede și să profitați de protecția care v-o oferă dumneavoastră și PC-ului. Cel mai bun lucru pe care îl puteți spera este ca totul să treacă repede.

## Unități portabile

Unitățile interne și externe sunt foarte asemănătoare; singura diferență este aceea că pentru unitățile interne aveți nevoie de un compartiment liber. Sistemele externe sunt, de obicei, mai scumpe, deoarece au nevoie de o carcasă și de un cablu de conectare. Totuși, acestea oferă avantajul portabilității. Puteți să conectați aceeași unitate pentru salvările de siguranță la mai multe PC-uri (presupunând că fiecare PC este echipat cu adaptorul gazdă necesar).

Și mai bune sunt unitățile portabile care se conectează la PC prin porturile paralele bidirecționale standard (EPP sau ECP – a se vedea Capitolul 21, „Porturile moștenite“). Deoarece aproape orice PC are un port paralel, puteți să mutați aceste unități fără să vă puneți problema adaptoarelor gazdă. Folosind porturile paralele convenționale, astfel de unități pot ajunge la vitezele unităților conectate la interfața de dischetă. Conectate la porturi paralele EPP, unitățile pot rivaliza cu sisteme de salvare cu conexiuni SCSI. Dacă aveți mai multe PC-uri pe care trebuie să faceți regulat salvări de siguranță, puteți să folosiți o singură unitate externă. Puteți chiar să folosiți unitatea externă ca sistem de transferare între PC-uri, pentru date sau pentru medii complete.

Multe unități noi folosesc interfața USB. Ca și pentru alte aplicații, interfața USB oferă o viteză intermediară, între porturile paralele și interfețele SCSI. Totuși, înainte de a opta pentru interfața USB, verificați dacă atât PC-ul, cât și sistemul de operare acceptă această interfață, așa cum veți vedea în Capitolul 20, „Porturile periferice“. Windows NT, până la versiunea 4.0, nu asigură suportul pentru interfața USB, iar în Windows 95 este posibil să fie necesar un produs de modernizare.

Unitățile interne, folosite pentru un singur sistem, sunt opțiunea preferată atunci când nu vreți să vă aglomerați biroul sau vreți să economisiți costul suplimentar pe care producătorul îl adaugă pentru carcasă și sursa de alimentare. Ca și în cazul altor echipamente periferice instalate intern, trebuie să aveți un compartiment disponibil pentru instalarea unității de bandă, iar acest compartiment trebuie să permită accesul prin panoul frontal. Aproape toate unitățile de bandă interne folosesc aceeași alimentare ca și unitățile de disc – o tensiune pozitivă de 5 volți c.c. pentru circuitele logice și 12 volți pentru motoarele unității – iar cuplarea la sursa de alimentare a PC-ului se face cu un conector de alimentare standard.

## Salvarea de siguranță în rețea

Efectuarea salvărilor de siguranță pe un PC poate fi o activitate plicitisitoare. O duzină de PC-uri vă pot face să fugiți de la muncă. Totuși, salvările multiple pot fi o sarcină accesibilă și, de obicei, sunt cea mai bună cale pentru obținerea beneficiilor maxime de pe urma unui sistem de salvare.

Lucrul în rețea și salvările de siguranță sunt strâns legate. Chiar existența rețelei implică desfășurarea unei munci de răspundere – cu rezultate a căror pierdere ar fi tragică. Valoarea datelor face ca prețul plătit pentru un sistem de salvare rezonabil să pară destul de mic. În plus, rețeaua permite ca salvările de siguranță să se facă centralizat, cu

un singur sistem de salvare și de către un singur operator. O singură unitate poate fi folosită pentru toate PC-urile, ca și o unitate portabilă, dar fără conectările și deconectările între PC-uri.

Lucrul în rețea nu implică nici o problemă inerentă pentru echipamentele hardware de salvare pe bandă. Ca și în cazul salvărilor individuale, principalele aspecte de interes sunt capacitatea și viteza. Aveți nevoie de o capacitate suficient de mare ca să salvați toate fișierele pe un număr rezonabil de benzi – ceea ce poate însemna o singură bandă, dacă nu vreți să folosiți un operator pentru schimbarea benzilor și nu vă permiteți un dispozitiv de schimbare a benzilor (tonomat de benzi). Sistemul de salvare ar trebui să fie suficient de rapid ca să termine o salvare înainte de a o începe pe următoarea. Sistemele de salvare de mare capacitate, proiectate pentru rețele, nu au nici o problemă în acest sens, dar sistemele cu cartușe de bandă, conectate prin interfața de dischetă, pot transforma salvarea hard-discurilor mari într-un proces continuu.

O problemă mai importantă pentru salvarea în rețea sunt componentele software. Produsele software determină cum și cât de bine se fac salvările în rețea. Există două strategii de bază pentru salvările de siguranță în rețea: salvarea fișierelor de pe server și salvarea fișierelor de pe PC-urile individuale. Prima strategie implică folosirea unei rețele bazată pe un server, pe care sunt copiate cele mai importante fișiere de date din rețea. Salvarea datelor de pe server este asemănătoare cu salvarea fișierelor de pe un PC individual, dar implică mai multe date și mai multe directoare. Salvarea datelor de pe PC-urile individuale din rețelele peer-to-peer, mai des întâlnite pentru grupuri de lucru, necesită folosirea unor produse software care pot să adreseze mai multe unități de disc răspândite în rețea. Nu toate sistemele de salvare pot să automatizeze salvările în astfel de rețele, așa că verificarea programelor de salvare devine un aspect critic.

## Produse software pentru salvările de siguranță

Unitatea de bandă este numai o componentă a unui sistem de salvare. La fel de importante sunt și produsele software rulate în sistem. Programul folosit determină ce puteți face cu o unitate de bandă și cum puteți face acest lucru.

Aproape universal, produsele software de salvare actuale vă oferă (sau ar trebui să vă ofere) modalități de control bazate pe meniuri și posibilități de automatizare a procedurilor de salvare obișnuite – de exemplu, un mod de lucru cu fișiere de comenzi sau o opțiune orientată spre comenzi. Dacă nu faceți decât salvări ocazionale, probabil nu vreți să pierdeți prea mult timp ca să învățați o structură complicată de comenzi, așa că sistemele controlate prin meniuri sunt deseori cele mai bune. Totuși, dacă vreți să automatizați procesul de salvare și să efectuați salvări neasistate, este recomandat un program care poate rula în linia de comandă sau unul care poate intra automat în acțiune în timp ce vă chinuiți să dormiți, întrebându-vă dacă programul va funcționa într-adevăr sau dacă ați lăsat PC-ul pornit.

În general, au fost dezvoltate două tehnici de salvare: de tip imagine și fișier cu fișier. Fiecare producător a creat formate standard pentru propriile benzi.

### Salvarea de tip imagine

Salvarea de tip imagine este o copie bit cu bit a discului original. Octeții sunt citiți de pe disc și copiați pe bandă, fără să fie analizat conținutul sau structura acestora. Deoarece implică un număr redus de prelucrări suplimentare, salvările de tip imagine pot fi rapide.

În cazul primelor sisteme de salvare, o problemă importantă a salvărilor de tip imagine era faptul că acestea impuneau refacerea informațiilor pe exact aceeași unitate de pe care s-a făcut salvarea, deoarece citeau pistele defecte împreună cu cele bune și zonele ocupate împreună cu cele libere. Evident, această tehnică nu oferea prea multă flexibilitate pentru transferarea datelor între sisteme – sau dacă un hard-disc se defecta și trebuia înlocuit.

Creatorii de programe pentru salvări de siguranță au rezolvat această problemă, îmbunătățind programele de restaurare, astfel încât acestea puteau să refacă structura necesară atunci când fișierele erau transferate de pe bandă pe disc. Deși programele de salvare moderne pentru PC-uri nu oferă modul de salvare de tip imagine, sistemele de salvare pentru calculatoarele mari încă includ acest mod de lucru. Existența unei copii de siguranță de tip imagine poate fi neprețuită, deoarece permite refacerea întregului mediu de operare a unui sistem de calcul mare, cu mulți utilizatori.

## Salvarea fișier cu fișier

O altă tehnică este salvarea fișier cu fișier. Aceasta salvează structura datelor, existentă în momentul salvării. Salvările fișier cu fișier sunt mai eficiente, deoarece transferă pe bandă numai fișierele care trebuie să fie salvate, chiar cu posibilitatea de selectare a fișierelor individuale. Cele mai multe sisteme de salvare pentru PC-uri folosesc numai această metodă.

Înregistrarea structurii de fișiere pare o parte naturală a procesului de salvare. De fapt, salvările de tip imagine au apărut numai din considerente de performanță. Prelucrările suplimentare încetinesc procesul de salvare fișier cu fișier, iar primele PC-uri nu erau destul de rapide ca să efectueze aceste prelucrări și, în același timp, să mențină un flux de date continuu către unitatea de bandă. Cele mai multe PC-uri moderne pot ține pasul cu cele mai rapide sisteme de bandă.

Salvările fișier cu fișier au și un alt dezavantaj. Cele mai multe sisteme înregistrează pe fiecare bandă un director cu fișiere și sesiuni de salvare, de obicei rezervând o porțiune a benzii pentru înregistrarea directorului. Întreținerea acestui director crește durata procesului de salvare. Înainte de a începe procesul de salvare, cele mai multe programe de salvare compilează directorul, consumând câteva minute chiar înainte să înceapă derularea benzii. Unele programe verifică și actualizează directorul și la sfârșitul fiecărei sesiuni de salvare, ceea ce crește și mai mult durata procesului.

Sistemele de salvare fișier cu fișier oferă mai multe metode de selectare a fișierelor care urmează să fie scrise pe bandă. O *salvare completă* copiază toate sau aproape toate fișierele de pe disc. Cele mai multe programe de salvare exclud automat fișierele de sistem din lista de salvare, dar uneori vă permit să trimiteți și aceste fișiere pe bandă. *Salvările incrementale* copiază numai fișierele pe care le-ați creat sau le-ați modificat de la ultima sesiune de salvare completă. De obicei, numai câteva fișiere de pe PC sunt modificate în fiecare zi, așa că salvările incrementale pot fi surprinzător de rapide. Singura problemă este că salvările incrementale complică operațiile de restaurare a fișierelor. Pentru restaurarea întregului disc, trebuie să restaurați mai întâi informațiile copiate la salvarea completă, apoi la fiecare salvare incrementală, în ordine. *Salvările selective* vă permit să specificați fișierele care vor fi copiate pe bandă. Cele mai multe programe de salvare vă permit să selectați fișierele dintr-un ecran de meniuri cu structură arborescentă sau introducând numele fișierelor sau unele caracteristici de identificare. Salvările selective elimină informațiile inutile și reduc durata procesului de salvare. Pe de altă parte, gestionarea fișierelor și a salvărilor de siguranță cade în sarcina dumneavoastră.

Pentru a vă ajuta să organizați salvările selective, cele mai multe programe de salvare vă permit să selectați fișierele prin caracteristici de identificare. Printre cele mai populare, care ar trebui să fie opțiuni normale de selectare a fișierelor, sunt biții de arhivare, care indică dacă fișierul a mai fost salvat; eticheta pentru oră și dată, care vă permite să salvați fișierele modificate după o anumită dată și oră; și căutările în subdirectoare, care includ toate fișierele din subdirectoarele conținute de directorul salvat. Unele programe vă permit să excludeți specific anumite fișiere, fie după nume, fie prin marcare.

Cele mai multe sisteme de bandă vă permit să dați un nume fiecărei sesiuni de salvare, care ulterior poate fi citit pentru identificarea benzii dacă, de exemplu, uitați să lipiți o etichetă pe bandă. Multe sisteme de salvare vă permit și să folosiți o parolă, astfel încât secretul datelor să nu fie compromis, dacă banda este pierdută sau furată.

Tratarea erorilor este un aspect important al programelor de salvare. Unele programe termină execuția în momentul apariției unei erori – cum ar fi o eroare la citirea unui fișier care urmează să fie salvat sau o eroare pe bandă – ceea ce înseamnă că trebuie să reluați procesul. Dacă sesiunea de salvare durează câteva ore și ați pierdut destul de mult timp pentru selectarea fișierelor, aceasta nu este o situație de dorit. Din nefericire, nu aveți nici o modalitate de a vă da seama cât de convenabil este un program din punctul de vedere al manipulării erorilor, exceptând citirea documentației programului.

## Verificarea

Nimic nu este mai rău decât un fals sentiment de securitate, când credeți că sunteți protejat și de fapt nu sunteți. Posesia unei salvări de siguranță care nu poate fi restaurată sau care conține erori (cu posibilitatea de a împiedica restaurarea) poate să vă ofere un sentiment fals de securitate.

Unele sisteme de bandă execută *verificarea prin citire după scriere* sau verificarea datelor. Aceasta înseamnă că după ce scrie biții pe bandă, sistemul citește ceea ce a scris pentru a se asigura că datele sunt corect stocate. Pentru ca acest sistem să funcționeze, unitatea de bandă trebuie să aibă capete de scriere și de citire separate, sau un cap de citire/scriere cu spațiu dual, astfel încât spațiul pentru citire să fie separat de cel de scriere. Deși verificările prin citire după scriere cresc complexitatea și prețul echipamentelor hardware (și, ca urmare, sunt asigurate numai pentru sistemele scumpe), nu cresc timpul de creare a unei salvări de siguranță.

Pentru a vă asigura că procesul de salvare își atinge scopul, respectiv crearea unor benzi care pot fi restaurate, chiar și folosind unități de bandă mai ieftine, care nu asigură verificarea prin citire după scriere, multe programe de salvare includ o *opțiune de verificare*. Aceasta înseamnă că, după terminarea procesului de salvare, banda este derulată și se face o comparare fișier cu fișier a datelor de pe bandă. Această verificare dublează durata procesului de salvare.

## Cerințe privind benzile

La fel ca pentru orice sistem cu medii amovibile, costul mediilor pot să depășească foarte repede costul echipamentelor hardware. Ca urmare, sunteți tentat să limitați numărul benzilor în care investiți.

Pentru cele mai multe scenarii de salvare, aveți nevoie de o capacitate suficient de mare pentru a păstra cel puțin trei salvări complete. Pentru mai multă liniște sau ritualuri de salvare mai complicate – cum ar fi păstrarea unei copii de siguranță pentru fiecare zi a

săptămânii – cerințele cresc. Cei mai mulți utilizatori folosesc activ între 6 și 10 benzi pentru rutinele obișnuite de salvare.

În plus, trebuie să țineți seama de costurile pentru înlocuirea periodică a mediilor care se uzează. Toate benzile și toate discurile, cu excepția cartușelor de hard-disc, se uzează în timp.

Durata exactă de viață a unui anumit mediu depinde de paranoia fiecăruia. Un important producător de medii a evaluat durata de viață a cartușelor de bandă la 5.000-6.000 de treceri peste capul de citire/scriere, ceea ce înseamnă mai mult decât sunteți dispus să îndurați pe toată durata de viață a PC-ului (sau chiar a dumneavoastră). Pe de altă parte, administratorii precauți ai sistemelor mainframe pot să schimbe benzile cu role deschise chiar și după numai 50 de utilizări. Un compromis bun este să înlocuiți benzile de salvare cel puțin o dată pe an. Prea multe alte lucruri se pot întâmpla cu salvările de siguranță ca să riscați asigurarea unei benzi de bună calitate pentru o sumă atât de mică.

## Corespondența între medii

Ca și alte unități cu medii amovibile, cartușele (sau orice altă formă) sunt materialul brut asupra căruia acționează unitatea. Deși cele mai multe medii sunt complet diferite de cartușele de bandă folosite pentru produsele audio și video, unele cartușe de bandă pentru date sunt asemănătoare cu alte produse echivalente – în special casetele DAT și cele de opt milimetri. Ținând seama de prețul mare al mediilor certificate pentru stocarea datelor, folosirea casetelor video și audio poate fi tentantă. Chiar și în domeniul produselor pentru calculatoare, puteți fi uneori tentat să înlocuiți minicartușele destinate unei unități de bandă cu unele mai ieftine.

Furnizorii de benzi menționează că benzile de date sunt proiectate cu alte caracteristici – cum ar fi coercitivitatea și remanența – decât benzile destinate aplicațiilor video și audio. Aceștia avertizează că neasigurarea corespondenței între cerințele echipamentelor și caracteristicile mediului poate avea ca rezultat performanțe slabe – chiar salvări de siguranță inutilizabile. Deși în cazul benzilor audio și video de opt milimetri argumentul este hotărâtor, nu același lucru se întâmplă și în cazul cartușelor DAT și DDS. Sistemele de opt milimetri sunt destinate în special pentru salvările de siguranță în rețele și pe calculatoare mari, unde riscarea datelor este un mod fals de a face economii. Pe de altă parte, sistemele DAT și DDS folosesc tehnologia digitală, iar unitățile DDS sunt foarte potrivite pentru salvările de ordinul gigaocteților făcute pe PC-urile moderne. La înlocuirea cartușelor DDS cu cartușe DAT, pierderile de performanță sunt minime. Singurul argument împotriva acestei strategii este faptul că diferența de preț între cele două medii este din ce în ce mai mică. Mai mult, cartușele DDS pătrund pe piață mai repede decât mediile DAT, așa că este posibil ca benzile DDS să fie mai ușor de obținut. Cu alte cuvinte, puteți să folosiți benzi DAT în unitățile DDS, dar aveți prea puține motive să faceți acest lucru.

## Strategia de salvare

Cea mai bună strategie este una pe care este cel mai probabil să o folosiți – și să o folosiți regulat. Indiferent cât este de bun sau de scump, un sistem de salvare este inutil dacă nu îl folosiți. Cel mai simplu și mai convenabil sistem de salvare este mai puțin probabil să fie ignorat – și cel mai probabil să vă fie de folos în cazul unui dezastru.

Indiferent ce echipamente de salvare alegeți, aveți nevoie de un *sistem* de salvare. Un sistem include nu numai echipamente hardware și produse software. Ca să îl faceți să

funcționeze, trebuie să respectați o rutină strictă de salvare, după ce faceți o salvare generală a tuturor fișierelor de pe hard-disc.

Dacă planificați să supravegheați desfășurarea salvărilor de siguranță, cel mai rapid sistem de salvare este întotdeauna cel mai durabil. Dacă timpul dumneavoastră este prețios și nu vă deranjează să lăsați PC-ul să meargă peste noapte (și sunteți convins că acesta va funcționa peste noapte), folosirea programelor automatizate de salvare face ca durata procesului de salvare să nu fie importantă. Dacă nu trebuie să așteptați, nu contează cât durează.

Chiar și un sistem de salvare lent este mai bun decât nimic, și chiar salvările ocazionale sunt mai bune decât nimic. Totuși, este suficient să se defecteze un disc ca să învățați cât de important este să păstrați salvările de siguranță actualizate – indiferent de cât timp aveți nevoie pentru aceasta.

Ca să reduceți timpul necesar pentru salvare, cei mai mulți furnizori de produse de salvare recomandă efectuarea unei salvări complete la instalarea sistemului de salvare și apoi la intervale mari, predeterminate (de obicei săptămânal sau de două ori pe săptămână). Intervalele dintre salvările complete sunt asigurate prin salvări incrementale zilnice (sau de câte ori considerați necesar). Prin această strategie vă asigurați că toate fișierele sunt păstrate pe bandă, astfel încât puteți să faceți o restaurare completă, chiar și după un dezastru major. În același timp, economisiți bandă și timp.

În cazul unor sisteme de salvare, strategia bazată pe salvări complete și incrementale nu economisește atât de mult timp cât ați putea crede. Unitatea de bandă trebuie să scaneze banda de la început până la sfârșitul datelor, unde să înceapă să adauge fișierele incrementale. Este posibil ca scanarea și scrierea benzii să dureze la fel de mult, așa că o salvare completă nu ar fi mai lungă. Mai mult, dacă aveți mai multe salvări complete puteți fi sigur că una dintre acestea poate fi restaurată.

Cel mai bun sistem de salvare este cel care impune o rutină pe care este cel mai probabil să o urmați – una care vă asigură protecția necesară atunci când se întâmplă ceva rău. Un sistem de salvare care nu este folosit (sau nu este folosit destul de des) nu se poate numi sistem de salvare.

# Capitolul 14
# Dispozitivele de intrare

*Dispozitivele de intrare sunt mijloacele prin care introduceți informații în calculator – principalele mijloace prin care interacționați cu PC-ul dumneavoastră. Diferitele dispozitive existente folosesc un număr mare de tehnologii, de la mijloacele tactile la cele vocale. Deși dispozitivele de intrare au moduri diferite de funcționare, toate îndeplinesc același rol: vă permit să comunicați cu calculatorul.*

**Aspecte importante ale modelelor de tastaturi**

| *Caracteristică* | *Pe scurt* |
|---|---|
| Atingere | Forța necesară pentru activarea tastelor poate fi mică sau mare, cu sau fără piedică (reacție tactilă). Cea mai bună combinație este cea care vi se potrivește cel mai bine. |
| Organizare | Aranjarea tastelor pentru tastaturile PC-urilor desktop este aproape universală, dar modelele PC-urilor notebook sunt destul de variate ca să înnebunească pe cineva care trece de la o mașină la alta. Cei mai mulți oameni preferă modelele familiare, deși vă puteți obișnui cu orice, inclusiv cu organizarea Dvorak. |
| Ergonomie | Tastaturile plate obișnuite pot să favorizeze afecțiunile produse de solicitări repetate; modelele ergonomice înclinate reduc oboseala cauzată de perioadele lungi de lucru. |
| Interfață | Interfața PS/2 (cu șase pini) a devenit aproape universală pentru tastaturile amovibile, dar industria PC-urilor încearcă să treacă la interfața USB. Aveți grijă ca interfețele să se potrivească atunci când înlocuiți tastatura. |
| Cablu | Cablurile scurte și spiralate pot să vă zboare din mâini tastaturile mai ușoare. Cablurile lungi vă oferă mai multă libertate. Aveți libertate totală dacă folosiți o tastatură fără cablu. |

**Cele mai populare dispozitive de indicare pentru PC-uri**

| *Dispozitiv de indicare* | *Pe scurt* |
|---|---|
| Mouse | Primul și cel mai popular dispozitiv de indicare, dar are nevoie de un spațiu pe birou și vă cere să luați mâna de pe tastatură (un lucru bun din punct de vedere ergonomic, dar care scade eficiența la scriere). Utilizarea prelungită poate să vă obosească întregul braț. |
| Trackball | Ocupă mai puțin spațiu, necesită mișcări mai puține pentru navigarea prin ecrane și programe și, în general, cauzează mai puțină oboseală după folosirea îndelungată. Modelele sunt diverse, așa că trebuie să alegeți un dispozitiv care se potrivește cu mâna și stilul dumneavoastră de lucru. |
| TouchPad | Probabil cel mai popular dispozitiv de indicare pentru calculatoarele notebook. Modelele bune funcționează bine, dar feriți-vă de implementările proaste, care pot cauza mișcări nedorite al cursorului și activarea eronată a unor taste. |

*continuare*

| *Dispozitiv de indicare* | *Pe scurt* |
|---|---|
| Trackpoint | Proiectate pentru creșterea eficienței la scriere – degetele nu trebuie să părăsească niciodată rândul de bază atunci când deplasează cursorul mouse-ului – dar unii le consideră incomode și nenaturale. |
| Joystick | Nu este un dispozitiv de indicare propriu-zis, ci un controller pentru jocuri. Controllerele moderne pot fi la fel de complicate ca și puntea de comandă a unei nave spațiale – ceea ce este perfect dacă aceasta este lumea de pe ecran pe care vreți să o controlați. |

Datele dintr-un calculator nu pot fi extrase scuturându-l ca pe o solniță imensă. Calculatoarele personale sunt tentante pentru că le puteți umple cu tot ceea ce doriți – programe, date, speranțe, vise și jocuri. Problema pe care trebuie să o rezolvați este *introducerea* acestora în PC. Desigur, puteți să preluați programe, fișiere și alte delicii din Internet sau să copiați discuri pe care le cumpărați sau le împrumutați de la prieteni. Dar dacă vreți să aveți un calculator cu adevărat personal, trebuie să aveți o modalitate de a-l umple cu propriile dumneavoastră gânduri, desene și idei.

Elementul necesar este dispozitivul de intrare, un canal prin care puteți să transmiteți date și comenzi către PC. Lipsindu-i o legătură silico-cerebrală, care are sens numai pentru scriitorii de literatură SF, această conexiune implică, inevitabil, un dispozitiv mecanic. Comenzile, datele și ideile trebuie să fie reduse la o formă fizică pentru a putea fi extrase din mintea umană și introduse în PC. Dispozitivele de intrare transformă mișcarea mecanică în forma electronică pe care o poate înțelege calculatorul.

Elementul de bază al interfeței electro-mecanice este comutatorul. Un calculator poate să detecteze starea unui comutator prin analizarea unui curent electric care trece prin acesta. (Comutatorul este închis dacă este traversat de curentul electric și este deschis dacă nu permite trecerea curentului). Ca urmare, folosind un singur comutator, puteți să transmiteți calculatorului câte un bit – o problemă copleșitoare dacă vreți să creați o bază de date de ordinul megaocteților.

Puteți să creșteți viteza de comunicare prin folosirea unui număr mai mare de comutatoare. De fapt, primele calculatoare erau programate exact în acest mod – ca și calculatoarele actuale, de altfel. Totuși, în locul comutatoarelor învechite, calculatoarele actuale folosesc butoane acționate prin apăsare. În loc să comunice o stare de tip activ/inactiv, fiecare buton trimite către calculator o serie de impulsuri. Impulsurile formează un cod digital și fiecare buton trimite un alt cod, indicând o literă a alfabetului sau un alt simbol. Toată această mulțime de comutatoare poartă numele de *tastatură*. În ciuda eforturilor făcute de proiectanți și directori, tastatura rămâne principalul dispozitiv de intrare folosit de PC-urile actuale.

Tastaturile au și unele neajunsuri. În primul rând, tastatura este ineficientă pentru transmiterea informațiilor spațiale către calculator; aceasta transmite simboluri, nu poziții. O serie de aplicații trebuie să știe mai degrabă unde, decât ce – de exemplu pentru deplasarea unui cursor. Calculatorul știe ce vreți să mutați (cursorul), așa că nu are nevoie decât de informații spațiale pentru deplasarea acestuia. Pentru îmbunătățirea posibilităților de indicare oferite de tastatură, a fost creată o întreagă gamă de dispozitive – mouse-uri, trackball-uri, joystick-uri, tocuri sau tablete de digitizare.

O dată cu intrarea calculatoarelor în lumea graficii, cu ajutorul dispozitivelor de indicare, a apărut și necesitatea obținerii unor blocuri imense de date grafice din surse externe. Cu alte cuvinte, dacă nimic altceva nu poate face PC-ul să înțeleagă ce vreți să spuneți, îi faceți un desen. Dar aveți nevoie de o modalitate de convertire a imaginilor

fizice (optice) într-o formă electronică. Acest gol a fost umplut prin crearea scannerului și a aparatului foto digital.

# Tastaturile

Principalul dispozitiv de intrare pentru cele mai multe calculatoare este tastatura și, până când sistemele de recunoaștere vocală nu vor fi perfecționate astfel încât să recunoască vorbirea continuă, este puțin probabil ca această situație să se schimbe. Chiar și atunci, pentru mulți tastatura nu va avea concurenți ca viteză și precizie. De asemenea, tastatura este mai potrivită ca mijloc de introducere a datelor în birouri, avioane sau în orice alt loc în care nu vă este asigurată intimitatea.

Tastatura este una dintre ultimele griji la cumpărarea unui calculator. În definitiv, de aceasta se ocupă producătorul. Aproape toate calculatoarele desktop sunt livrate împreună cu o tastatură – altfel calculatorul nici nu ar fi bun de nimic. PC-urile notebook integrează și tastatura. În plus, tastaturile actuale sunt aproape identice – sau cel puțin arată la fel. În ultimul deceniu, organizarea tastelor a fost aproape complet standardizată, ajungându-se la un singur model de tastatură. În cazul unui calculator desktop, primiți un panou cu 101 taste, care monopolizează suprafața mesei. În cazul unui calculator portabil, primiți ceea ce crede de cuviință producătorul calculatorului.

Tastaturile livrate o dată cu calculatoarele sunt mai diferite decât ați putea crede la prima vedere. Sub tastele pe care le vedeți se ascund tehnologii exotice, care par mai potrivite pentru domeniul ingineresc. Dar tehnologia folosită determină nu numai modul de funcționare a tastaturii, ci și durata de viață a acesteia și comoditatea în folosire. Tehnologia folosită poate să hotărască dacă folosirea tastaturii este o plăcere sau un chin. Diferențele ascunse sunt destul de mari ca să vă facă să aruncați tastatura ieftină (de obicei) pe care v-a oferit-o producătorul calculatorului și să cumpărați ceva mai potrivit cu degetele și munca dumneavoastră. În cazul PC-urilor notebook, diferențele dintre tastaturi pot fi destul de mari pentru a vă face să optați în favoarea unui model sau a altuia, mai ales atunci când cele două sisteme sunt aproape identice din celelalte puncte de vedere.

## Tehnologii

Conceptul care stă la baza tastaturii – o literă pentru fiecare buton – este destul de vechi, datând de pe vremea primelor mașini de scris. S-ar părea că modelul este bătut în cuie. De fapt, este rezultatul a ceva și mai greu de schimbat – inerția umană. Organizarea și funcțiile tastelor s-au schimbat foarte puțin din ultima jumătate a secolului al XIX-lea, iar versiunea pentru PC a fost creată în 1987. Indiferent ce PC cumpărați, este aproape sigur că veți primi o tastatură care respectă ceea ce astăzi este un standard industrial. Pe de o parte, aceste este un lucru bun, deoarece puteți să vă așezați în fața oricărui PC și să începeți lucrul în câteva secunde. Pe de altă parte, este un lucru rău, dacă cele câteva secunde se transformă în ore de lucru neîntrerupt.

Toate tastaturile au aceeași funcție: detectarea tastelor pe care le apăsați cu degetele și trimiterea informațiilor corespunzătoare către calculator. Chiar dacă două tastaturi par identice, pot să difere foarte mult prin modul în care detectează mișcarea degetelor. Tehnologia folosită pentru acest proces – modul electric de funcționare a tastaturii – poate să afecteze robustețea și longevitatea tastaturii. Deși toate acționează ca niște comutatoare, modificând într-un fel oarecare fluxul electric, modalitățile de detectare a acestor schimbări au evoluat în mecanisme foarte elaborate. Modalitatea de folosire a tehnologiei afectează și comoditatea lucrului cu tastatura.

Aproape toate tehnologiile de detectare a schimbărilor unui flux electric au fost adaptate la un moment sau altul pentru producerea tastaturilor. Scopul inginerilor a fost să găsească un mecanism care să combine acuratețea – detectarea acționării tastelor și ignorarea semnalelor electrice aleatorii – cu durata lungă de viață (desigur, nu vă doriți o tastatură care să nu reziste decât la șase cuvinte). La acestea se adaugă „senzația“ avută la apăsarea unei taste. În anii din urmă, proiectanții de tastaturi considerau promițătoare tehnologiile complexe și exotice, precum comutatoarele cu efect Hall, semiconductoare speciale care reacționau la schimbarea câmpurilor magnetice. Atracția era generată de minunea magnetismului – nu era necesară atingerea pentru detectarea acțiunii. Lipsa contactului promitea eliminarea uzurii – o tastatură cu viață eternă.

În timp, căutarea unei tastaturi fără moarte s-a dovedit a fi greșit direcționată. Tastaturi evaluate la zeci de milioane de acționări ale tastelor și-au găsit sfârșitul prematur din cauza unei cești de cafea. În final, producătorii au optat pentru tehnologia cea mai simplă și cea mai ieftină, bazată pe contacte – cele mai apropiate de niște simple comutatoare. Principala alternativă, tehnologia capacitivă, a dominat inițial cursa. Tastaturile erau mai fiabile, mai durabile, mai complicate și (pentru multă vreme) mai populare. De asemenea, erau mai scumpe; la prețurile curente, tastatura primului PC costa mai mult decât un întreg sistem actual. Cineva trebuia să cedeze.

## Tastaturile cu contacte

Soluția directă pentru construirea unei tastaturi este folosirea comutatoarelor pentru modificarea fluxului electric. Comutatoarele dintr-o tastatură fac exact ceea ce se presupune că trebuie să facă un comutator – deschid sau închid un circuit electric pentru a împiedica sau pentru a permite trecerea unui curent electric. Folosirea comutatoarelor implică circuite mai simple (deși nu banale) pentru detectarea fiecărei acționări de taste, deși cele mai multe tastaturi cu contacte pentru PC-uri includ un microprocesor care alocă tastelor codurile de scanare și serializează datele pentru a fi transmise către calculator.

Simplitatea modelului și costurile scăzute fac din tastaturile bazate pe contacte opțiunea favorită pentru PC-uri. Aceste tastaturi folosesc tehnologii mai noi pentru rezolvarea principalei probleme a comutatoarelor – durata scurtă de viață – sau, pur și simplu, ignoră această problemă. Costul a devenit principalul factor în proiectarea și producerea tastaturilor. În căutarea unui compromis între preț și durata de viață, modelul bazat pe comutatoare a câștigat competiția.

Pentru PC-uri sunt folosite trei modele de tastaturi bazate pe contacte: cu comutatoare mecanice, cu calote de cauciuc și cu membrană.

*Comutatoarele mecanice* folosesc mecanisme tradiționale de comutare, respectiv contacte din metale prețioase care formează o conexiune electrică în urma acționării mecanice. În cazul modelelor bazate pe *comutatoare discrete*, comutatoarele de sub fiecare tastă sunt unități independente, care pot fi înlocuite individual. O altă soluție constă în fabricarea tastaturii ca un singur ansamblu. Deși primul model este mai ușor de reparat, de multe ori manopera necesară este mai scumpă decât o nouă tastatură.

Contactele dintr-o tastatură cu comutatoare mecanice pot îndeplini un rol dublu – de control asupra fluxului electric și de poziționare a capacelor tastelor. Contactele pot acționa ca niște arcuri, împingând capacele tastelor în poziția inițială după ce acestea au fost apăsate. Deși acest model pare tentant, deoarece reduce componentele necesare pentru construirea unei tastaturi, calitatea produselor nu este satisfăcătoare pentru calculatoarele personale. Forța de răspuns a contactelor este greu de controlat, iar

materialul contactelor se uzează și se poate rupe. Ca urmare, cele mai multe tastaturi cu contacte mecanice folosesc arcuri pentru readucerea tastelor în poziția inițială, precum și alte elemente care asigură o anumită senzație la acționarea tastelor sau scot sunete.

Deși un număr de producători au fabricat tastaturi cu comutatoare mecanice, acest model nu mai este favorit. Probabil mai puțin de două procente din tastaturile existente folosesc comutatoare discrete.

Tastaturile cu *calote de cauciuc* combină mecanismele de contact și de poziționare într-un singur element. O foaie de elastomer – un material elastic sintetic asemănător cu cauciucul – este modelat astfel încât să formeze sub fiecare tastă o proeminență (calotă). Apăsarea tastei determină presarea calotei. În interiorul calotei se află o pastilă din carbon sau dintr-un alt material conductor, îndeplinind rolul unuia dintre contacte. Atunci când calota de cauciuc este presată, pastila de carbon este apăsată pe un alt contact și închide circuitul. La eliberarea tastei, calota de elastomer revine la forma inițială, deschizând circuitul și împingând în sus tasta.

Modelul bazat pe calote de cauciuc a fost inițial preferat pentru calculatoarele portabile, deoarece rezistența la condițiile de mediu (un eufemism pentru „cafea vărsată“) era un avantaj important. În plus, fabricarea acestor modele este ieftină. Toate comutatoarele tastaturii pot fi turnate ca un singur element. Modelul a fost adoptat cu ușurință pentru calculatoarele desktop și reprezintă baza pentru multe tastaturi ieftine și cu greutate mică.

Atunci când sunt proiectate corespunzător, tastaturile cu calotă de cauciuc oferă o senzație excelentă la utilizare; elasticitatea calotelor de cauciuc poate fi selectată astfel încât să simțiți momentul exact când se face contactul. Pe de altă parte, o tastatură prost proiectată poate părea prea moale și nesigură. În plus, unii elastomeri tind să se rigidizeze o dată cu trecerea timpului, ceea ce face ca unele taste să devină recalcitrante.

*Tastaturile cu membrană* sunt asemănătoare cu tastaturile cu calote de cauciuc, exceptând faptul că folosesc în locul foilor de elastomer folii de plastic – membrane – pe care sunt imprimate circuitele electrice. Cele mai multe modele folosesc un sandviș format din trei straturi – foliile de sus și de jos având imprimate contactele, iar folia din mijloc funcționând ca un izolator între contacte, cu perforații în dreptul fiecărei taste. Folia de deasupra are proeminențe, iar apăsarea acestora împinge în jos contactul de pe folia de sus, până când acesta întâlnește contactul de pe folia de jos. Proeminențele „sar“ dintr-o poziție în alta, oferindu-vă o senzație tactilă distinctă la apăsarea unei taste.

Membranele sunt deseori folosite pentru minitastaturile destinate calculatoarelor și imprimantelor, datorită costului scăzut și duratei mari de viață. Materialul care formează contactele poate fi încapsulat în plastic, făcându-l imun la condițiile de mediu.

Folosite ca atare, membranele nu sunt foarte potrivite pentru tastaturile calculatoarelor, deoarece contactele acestora au o cursă foarte scurtă. Totuși, un mecanism auxiliar poate să modifice senzația dată de acționarea unei taste și cursa tastelor, astfel încât aceste tastaturi să nu poată fi deosebite de tastaturile care folosesc alte tehnologii.

## Tastaturile fără contacte

Cea mai mare problemă a tastaturilor cu contacte sunt chiar contactele. Deși funcționează foarte bine atunci când sunt folosite pentru aprinderea luminii, comutatoarele sunt capricioase în cazul tensiunilor și curenților mici dintr-un calculator. La nivel microscopic (și microtemporal), închiderea unui contact înseamnă o serie întreagă de evenimente. Apar și dispar mici curenți, până când este realizat un contact ferm și

curentul principal începe să treacă prin circuit. Impulsurile scurte care preced realizarea contactului final nu sunt vizibile atunci când aprindeți lumina, dar un calculator poate să detecteze fiecare impuls ca o apăsare separată a tastei. Tastaturile au circuite speciale pentru eliminarea curenților tranzitorii (*debouncers*), care elimină ambiguitățile la apăsarea unei taste. Totuși, contactele se oxidează în timp. Prin oxidare, pe suprafața contactelor apare un strat neconductor, care face apăsările tastelor și mai puțin fiabile – până când acestea nu mai pot fi detectate fără ambiguități.

La începutul istoriei PC-urilor, producătorii evitau tastaturile cu contacte, deoarece materialele de contact tradiționale au o durată scurtă de viață, așa că nu asigură cele câteva zeci de milioane de acționări așteptate pentru o tastatură. Tastaturile moderne folosesc materiale ceramice și metale exotice care, fiind rezistente la oxidare, pot ajunge la durata de viață necesară.

Dintre modelele fără contacte, cele mai cunoscute sunt tastaturile *capacitive*. Capacitatea este, în esență, o încărcătură de electricitate statică. Condensatorii stochează electricitatea ca sarcini opuse pe una sau mai multe perechi de plăci conductoare separate de un material izolator. Sarcinile de semn opus creează un câmp electric, iar izolatorul împiedică anularea reciprocă a celor două sarcini. Cu cât cele două plăci ale condensatorului sunt mai apropiate, cu atât câmpul electric este mai puternic și cu atât poate fi stocată mai multă energie. Deplasarea relativă a celor două plăci determină modificarea capacității de stocare a sarcinilor electrice, ceea ce generează un curent electric pentru completarea capacității crescute sau pentru eliminarea sarcinii suplimentare datorită scăderii capacității. Fluxurile electrice minuscule sunt detectate de circuitele electronice ale unei tastaturi capacitive. Modificările mici, graduale, de capacitate sunt amplificate și modificate astfel încât să simuleze închiderea sau deschiderea unui comutator.

Primele PC-uri și câteva dintre modelele cele mai robuste din trecut foloseau tastaturi capacitive. Cele mai bune dintre aceste modele puteau funcționa până la 100 de milioane de apăsări de taste, în comparație cu 10-15 milioane de apăsări pentru cele mai multe modele bazate pe contacte. Deși durata de viață mai mare poate părea de dorit, mulți utilizatori nu apasă de 10 de milioane de ori tastele în toată viața PC-ului. De obicei trec la un alt calculator cu mult timp înainte ca tastatura să se uzeze. Ca urmare, costul suplimentar nu aducea o îmbunătățire reală a duratei de viață, așa că modelul capacitiv a pierdut poziția pe care o deținea. Ultima tastatură capacitivă fabricată de un producător important a fost produsă la începutul anului 1999 de Key Tronic Corporation.

## Senzația la apăsare

Principala diferență dintre tastaturile actuale nu este dată de tehnologia folosită, ci de senzația la acționare – ceea ce simte cel care folosește tastatura. O tastatură trebuie să răspundă la atingerea degetelor – atunci când apăsați o tastă, aceasta trebuie să se miște în jos. Mai mult, trebuie să aveți senzația dată de mașina de scris. Tastatura trebuie să asigure un răspuns tactil, astfel încât să simțiți prin degete momentul în care ați activat o tastă.

Cea mai primitivă formă de răspuns tactil este oprirea bruscă – tasta ajunge la sfârșitul cursei și își încetează mișcarea în momentul activării. Indiferent cât de tare apăsați în continuare, tastele nu mai răspund. Tocmai aici este problema. Pentru a vă asigura că ați acționat o tastă, apare tendința de a apăsa mai mult decât este necesar. Forța suplimentară vă obosește mai repede.

O soluție la această problemă este activarea tastelor înainte de sfârșitul cursei. Deoarece tasta se află încă în mișcare în momentul în care realizați că a înregistrat acțiunea

dumneavoastră, puteți să reduceți forța de apăsare înainte ca tasta să ajungă la sfârșitul cursei. Nu trebuie să depuneți la fel de mult efort și degetele vă obosesc mai greu.

Tastaturile cu cursă liniară vă cer să depuneți un efort mai mare ca să apăsați tasta mai mult. Cu alte cuvinte, relația dintre deplasarea tastei și forța pe care trebuie să o aplicați este liniară pe tot traseul tastei. Principalul dezavantaj al acestei metode este faptul că degetele nu au de unde să știe când au apăsat tastele destul de jos. Reacția sonoră, un clic indicând acționarea tastei, poate fi de folos în acest sens, ca și apariția pe ecran a caracterului apăsat. Totuși, ambele metode vă încetinesc lucrul, deoarece o parte mai mare a creierului intră în acțiune pentru înregistrarea acționării unei taste. Dacă pot să sesizeze momentul acționării unei taste, degetele vor învăța să se oprească reflexiv după atingerea punctului respectiv.

Tastaturile mai bune oferă acest tip de reacție tactilă, cerându-vă să creșteți forța de apăsare a tastei până în momentul activării acesteia, apoi scăzând foarte mult rezistența opusă de aceasta, până la limita cursei. Degetele sesizează modificarea de efort ca o senzație de depășire a unui prag. În general, tastaturile care oferă această senzație sunt considerate cele mai bune pentru dactilografierea rapidă.

Un mecanism cu arc, proiectat astfel încât să cedeze brusc după activarea fiecărei taste, reprezintă modalitatea clasică de obținere a reacției tactile și poate fi adaptat pentru emiterea unui clic sonor la fiecare apăsare de tastă. Un alt rol al mecanismului cu arc este să ridice tastele după eliberarea acestora. Primele tastaturi pentru PC-uri erau construcții elaborate, care foloseau un ansamblu separat de arcuri pentru fiecare tastă. Tastaturile moderne folosesc un singur sistem de arcuri sau, mai des, calote de cauciuc care trec dintr-o poziție în alta. Tastaturile cu calote de cauciuc oferă o reacție tactilă satisfăcătoare, dar tastele individuale pot să impună sporadic folosirea unei forțe mai mari, ceea ce poate afecta acționarea uniformă. Cu toate acestea, datorită costului scăzut și fiabilității bune, această tehnologie este foarte des folosită de producătorii de tastaturi.

Tastaturile „moi" înlocuiesc mecanismul cu arc cu o spumă comprimabilă care amortizează mișcarea tastelor. Aceste tastaturi au o mișcare mai liniară și sunt preferate de unii utilizatori tocmai pentru motivele pe care nu le agreează alții – funcționarea mai lină și mai puțin zgomotoasă.

Un alt factor care influențează senzația tactilă este forța necesară pentru acționarea tastelor. Unele tastaturi cer o forță de apăsare mai mare decât altele. În general, cele mai multe tastaturi cer o forță de apăsare între 54 și 68 de grame pentru acționarea unei taste. Tastaturile mai rigide pot cere și o forță de apăsare de 85 de grame.

Pe 22 martie 1999, Key Tronic Corporation a lansat prima tastatură cu presiune variabilă, care cere folosirea unor presiuni diferite pentru acționarea fiecărei taste. Tastatura este numită *ErgoForce*, iar tastele sunt activate de presiuni configurate în funcție de degetele cu care se presupune că sunt acționate tastele respective. De exemplu, tasta „A", care este de obicei acționată cu degetul mic al mâinii stângi, este activată de o forță de numai 35 de grame, în timp ce pentru bara de spațiu este nevoie de 80 de grame. Poziția fiecărei taste determină unul dintre cele cinci niveluri de efort necesar pentru activare – 35, 45, 55, 65 sau 80 de grame. Conform producătorului, efortul variat face lucrul mai ușor și crește confortul pentru cei care folosesc tastatura perioade lungi de timp.

Tastaturile diferă și prin distanța pe care trebuie să o parcurgă o tastă pentru a fi înregistrată ca activată. Tastaturile cu cursă completă vă cer să deplasați tastele pe o distanță de 0,14-0,18 inci pentru ca acestea să fie considerate activate. Studiile au arătat

că modelele cu cursă completă permit dactilografelor să obțină viteze de lucru mai mari și rate de eroare mai mici. Totuși, în cazul calculatoarelor portabile, unde contează fiecare fracțiune de inci, uneori tastaturile nu au curse complete, tastele fiind deplasate doar pe o distanță mai scurtă. Tastaturile cu cursă scurtă impun deplasarea tastelor pe o distanță mai mică de 0,10 inci. Preferința pentru o tastatură cu cursă lungă sau scurtă este o problemă personală.

## Inscripționarea

Fiecare tastă este inscripționată cu litera, simbolul sau funcția pe care o activează. Aceste legende sunt aplicate folosind una dintre următoarele trei tehnologii.

Capacele de taste *cu turnare dublă* au legendele create prin turnare. Fabricarea fiecărui capac de tastă este un proces în două etape. Partea interioară a capacului tastei este turnată din plastic de culoare închisă și apoi atașată la mecanismul comutatorului. Legenda este turnată în relief în partea de deasupra a acestui capac interior. Peste și în jurul capacului interior este turnat plastic de culoare deschisă, legenda rămânând vizibilă prin partea de sus a capacului.

Folosind tehnica de turnare dublă, capacul fiecărei taste era o parte diferită și separată, care trebuia să fie instalată individual în poziția corectă, ca etapă finală în procesul de producție. Asamblarea este complexă, iar stocarea componentelor și tastaturilor complete poate fi costisitoare. Deși popular la un moment dat, acest model și-a pierdut poziția pe piață.

Capacele *imprimate* au legendele ștanțate. O mașină imprimă cu cerneală legendele pe toate tastele unei tastaturi complete, într-o singură etapă. Peste cerneală este aplicat un strat transparent de protecție, finisat prin ardere în cuptor. Procedeul este folosit deseori pentru calculatoarele notebook și pentru tastaturile cu inscripționări de culoare deschisă pe taste de culoare închisă. În cazul calculatoarelor notebook, tastatura asamblată este arsă în cuptor înainte de a fi instalată pe PC.

Tastele *marcate cu laser* au legendele inscripționate cu laser. Procesul este asemănător cu cel folosit de o imprimantă laser, dar operează asupra capacelor de plastic ale tastelor, nu asupra hârtiei. Tastatura completă este introdusă într-o mașinărie cu un laser și oglinzi, iar fasciculul laser arde legendele de pe taste într-o singură operație. Avantajul acestui proces este faptul că legendele pot fi aplicate în ultimul moment, chiar înainte ca tastatura să fie livrată cu un nou PC, iar limba și organizarea tastaturii nu trebuie să fie stabilită până în acel moment. Procesul este rapid, inscripționările au durată mare de viață și depozitarea este simplificată. Cele mai multe tastaturi actuale sunt marcate cu laser.

## Organizarea tastelor

Pe o tastatură cu dimensiuni standard, spațiul dintre taste, măsurat între centrele acestora, este de 0,75 inci (19 milimetri). Tastele au latura de aproximativ 0,5 inci (12,5 milimetri) și sunt puțin adâncite pentru a contribui la poziționarea corectă a degetelor. Forma acestei curbe este arbitrar aleasă. Cei mai mulți producători americani folosesc o curbă concavă cilindrică (tastele sunt curbate pe axa longitudinală, în timp ce unii producători europeni folosesc o curbă concavă sferică.

### QWERTY

Singurul aspect comun tuturor tastaturilor pare să fie și cel mai ciudat – aranjarea nealfabetică a tastelor pentru litere. Orice nou utilizator al unei tastaturi va fi uimit de aranjarea aparent fără sens a literelor de pe tastaturile tipice. Chiar și numele dat acestui

mod ezoteric de organizare pare a avea legătură cu magia neagră sau cu cabala – QWERTY. Numele nu este decât o listă a primelor șase caractere de pe rândul de sus. Absurditatea acestui aranjament are la origine primele mașini de scris practice.

Nu este nici o îndoială că aranjamentul standard nu este singurul posibil – de fapt, există 26! (26 factorial, adică exact 403.291.461.126.605.635.584.000.000) de diferite aranjamente posibile numai pentru litere, fără să mai luăm în calcul și alte complicații, cum ar fi rânduri de diferite lungimi sau includerea caracterelor nealfabetice. QWERTY nu este singurul mod de aranjare a tastelor – și probabil nici cel mai bun. Nici cel mai rău. Dar este standardul pentru stăpânirea căruia milioane de oameni au pierdut ani întregi.

În jurul aranjamentului QWERTY circulă o legendă. Mașina de scris a fost inventată în 1867 de Christopher Sholes și primul model avea literele aranjate în ordine alfabetică. La un an de la invenție, Sholes a descoperit ceea ce considera a fi un mod superior de aranjare a tastelor, respectiv modelul QWERTY.

Conform legendei, Sholes a creat tastatura QWERTY deoarece dactilografele apăsau pe taste mai repede decât puteau mecanismele simple ale primelor mașini de scris să manipuleze tastele apăsate. Ca urmare, brațele cu litere se încurcau între ele. Ciudatul aranjament QWERTY a micșorat viteza de lucru și blocajele au dispărut.

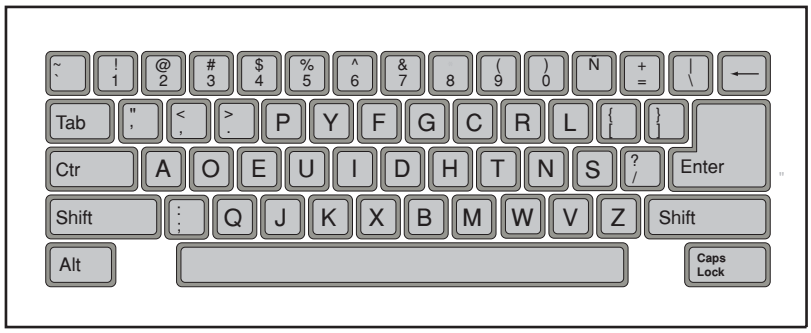
Sholes nu a lăsat nici o informație privind modul în care a ajuns la aranjamentul QWERTY, dar cu siguranță nu a încercat să încetinească lucrul. Vitezele mari de lucru implică dactilografierea „oarbă“, cu toate cele zece degete. Acest stil de lucru nu a apărut decât la zece ani după ce Sholes a creat aranjamentul QWERTY. Dezvoltarea mașinilor de scris a fost foarte lentă – tasta Shift, care permite scrierea cu caractere mici, nu a fost adăugată la modelul de bază decât în 1878!

Nici alte ipoteze privind modul de aranjare QWERTY nu sunt mai logice. De exemplu, nerespectarea ordinii alfabetice pentru a separa tastele și a împiedica încurcarea brațelor care imprimă literele pe hârtie nu are sens, deoarece aranjarea acestor bare nu are legătură directă cu aranjarea tastelor.

## Dvorak-Dealey

Cel mai cunoscut competitor al modului de aranjare QWERTY, aflat pe un loc secund foarte îndepărtat ca popularitate și utilizare, este modul de aranjare Dvorak-Dealey. Numele provine de la creatorii acestui mod de aranjare, August Dvorak și William L. Dealey. Deseori este folosit numai numele Dvorak. Figura 14.1 prezintă modul de aranjare Dvorak-Dealey pentru o tastatură obișnuită.

**FIGURA 14.1**
*Aranjarea tastelor după modelul Dvorak-Dealey.*




Modelul Dvorak-Dealey include câteva idei care ar trebui să conducă la viteze mai mari de lucru. O idee de bază este facilitarea folosirii alternative a mâinilor. După ce apăsați o

literă cu un deget al mâinii stângi, următoarea tastă probabilă se va afla sub mâna dreaptă. Alternarea mâinilor are ca rezultat o strategie de lucru mai rapidă. Pentru a face mai probabilă folosirea alternativă a mâinilor, pe tastaturile Dvorak-Dealey toate vocalele sunt aranjate pe rândul de bază al mâinii stângi iar consoanele cu frecvența cea mai mare de utilizare sunt aranjate pe rândul de bază al mâinii drepte. Rețineți că aranjamentul Dvorak-Dealey a fost creat pentru obținerea unei viteze de lucru mai mari și nu face cu nimic tastatura mai alfabetică sau învățarea acesteia mai simplă.

Prima publicație despre tastatura Dvorak-Dealey a fost cartea „Typewriting Behavior", publicată în 1936 chiar de creatorii noului mod de aranjare a tastelor. Pentru susținerea avantajelor filozofice și teoretice atribuite modului de aranjare Dvorak-Dealey, în 1930 au fost efectuate mai multe teste pe mașini de scris mecanice, culminând cu un concurs de dactilografiere pe mașini de scris QWERTY și Dvorak-Dealey. Testele au fost conduse de Dvorak și Dealey, și – fără să fie o surpriză – tastatura acestora a ieșit învingătoare la o diferență de 30 de procente.

Dvorak credea atât în tastatura pe care o crease, cât și în rezultatele testelor, așa că a scris mai multe articole prin care își susținea ideile. Pe de altă parte, cu cât scria mai multe articole, cu atât calitățile tastaturii deveneau tot mai mari. Articole precum „Există o tastatură mai bună pentru mașinile de scris", apărut în numărul din decembrie 1943 al revistei National Business Education Quarterly a fost considerat de unii experți „plin de erori". Testele conduse de United States Navy și de General Accounting Office au raportat rezultate mult mai modeste pentru tastatura Dvorak-Dealey.

Cu toate exagerările, modul de organizare Dvorak-Dealey chiar oferă câteva avantaje potențiale privind viteza de lucru, cel puțin după ce vă antrenați în folosirea acestor tastaturi. Prețul vitezei mai mari de lucru pe această tastatură este dificultatea crescută în folosirea unei tastaturi QWERTY.

PC-urile, prin construcție, permit trecerea cu ușurință la tastatura Dvorak-Dealey. În timp ce mașinile de scris trebuie să fie reproiectate pentru noua aranjare a tastelor, la un calculator puteți să conectați oricând un alt tip de tastatură. Deseori, tastaturile Dvorak comerciale pot fi obținute printr-o comandă specială.

De fapt, dacă nu vă deranjează faptul că pe ecran apare altceva decât scrie pe taste, puteți să reprogramați calculatorul astfel încât să creadă că are o tastatură Dvorak, interceptând semnalele trimise de tastatură și transformându-le în timpul lucrului.

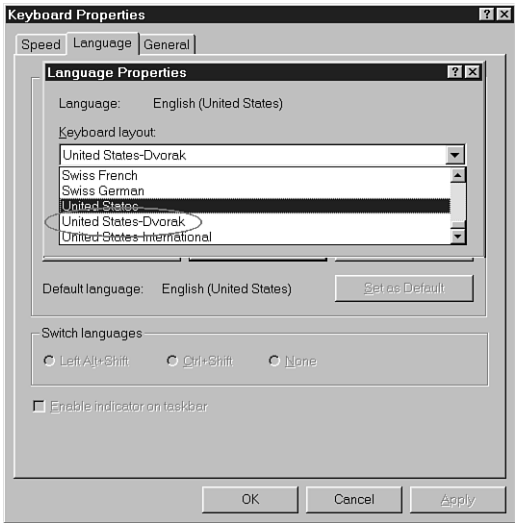
Windows include opțiuni de selectare a tastaturii Dvorak. Driverul standard de tastatură vă permite să selectați opțiunea Dvorak. Din fereastra Control Panel selectați pictograma Keyboard (Tastatură). Selectați apoi pagina Language (Limbaj), unde veți găsi butonul Properties. Executând clic pe acest buton veți deschide un ecran precum cel din Figura 14.2, în care puteți să alegeți limbajul pentru tastatură. Organizarea Dvorak este disponibilă ca o opțiune a organizării tastelor pentru Statele Unite, așa cum se poate vedea în figură.

## Taste de control și taste funcționale

Organizarea clasică a tastelor nu este eficientă în cazul tastaturilor pentru calculatoare. Matricea de taste nu corespunde cu cerințele sistemului de control al calculatorului. Desigur, alfabetul nu s-a schimbat – cel puțin nu în ultimii 125 de ani, de când există modul de organizare QWERTY. Dar calculatoarele au cerințe care nu pot fi rezolvate de literele alfabetului și de cifre. Au nevoie de taste de deplasare și de butoane pentru controlul funcțiilor de sistem. Și nici acestea nu sunt suficiente pentru obținerea unui

sistem de control ușor de folosit pentru aplicații și sisteme de operare. În plus, un bloc de taste numerice (împreună cu taste pentru adunare, scădere și alte operații matematice) poate fi foarte util atunci când trebuie să introduceți numere.

**FIGURA 14.2**
*Selectarea tastaturii Dvorak în Windows.*




Fiecare tastă adaugă o nouă opțiune de organizare a tastaturii. Un alt cuvânt potrivit este haosul potențial. Deși producătorii de calculatoare au exploatat câteva ocazii de creare a unor tastaturi proprii, deosebite – în special pentru calculatoare portabile – modelul de bază tinde să respecte un singur standard.

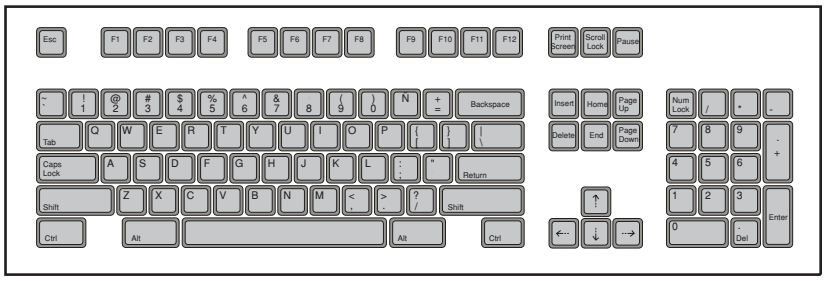
Deși un model comun pentru toate tastaturile părea o idee evidentă, acesta nu a apărut spontan. După o evoluție scurtă și complicată, între 1981 și 1987, implicând trei schimbări majore de proiectare, organizarea tastaturii a suferit numai modificări minore. Ultima schimbare semnificativă a fost făcută de Microsoft, care a adăugat trei taste legate specific de funcții ale sistemului de operare Windows. Deși cei mai mulți producători păstrează acest mod de organizare, unii modifică dimensiunea sau forma unor taste – destul ca să vă creeze un sentiment de frustrare atunci când folosiți pentru prima dată un calculator nefamiliar.

IBM a stabilit configurația de bază după o gestație de șase ani. Prima încercare a fost făcută pentru PC-ul original, în 1981, cu o tastatură cu 83 de taste. În 1984, compania a revizuit organizarea tastaturii, ajungând la 84 de taste și un mod de aranjare mai apropiat de cel al mașinii de scris profesionale Selectric. După mai multe plângeri din partea novicilor, referitoare la faptul că tastele funcționale, aranjate pe două coloane în stânga blocului principal de taste, nu corespundeau informațiilor de asistență, care apăreau uneori în partea de jos a ecranului, IBM a creat al treilea model. Încercând să rezolve toate nemulțumirile printr-un singur model, IBM a ales soluția cea mai simplă. Pentru asigurarea noilor caracteristici, a adăugat taste, ajungând la un total de 101. Numită de IBM Advanced Keyboard, noua tastatură este cunoscută și sub numele Enhanced Keyboard. Figura 14.3 ilustrează organizarea tastaturii îmbunătățite pentru Statele Unite.

Noul model avea câteva taste suplimentare. În primul rând, a fost adăugat un bloc dedicat de taste pentru controlul cursorului, separat de blocul combinat de taste numerice și de deplasare. De asemenea, alte taste de control au fost dublate într-un bloc separat. Au fost adăugate încă două taste funcționale (F11 și F12) și întreaga duzină a

fost mutată pe rândul de sus, la o mică distanță de zona alfanumerică. În ambele părți ale barei de spațiu au fost dispuse taste Alt și Ctrl, iar tasta Caps Lock a fost mutată în vechea poziție a tastei Ctrl.

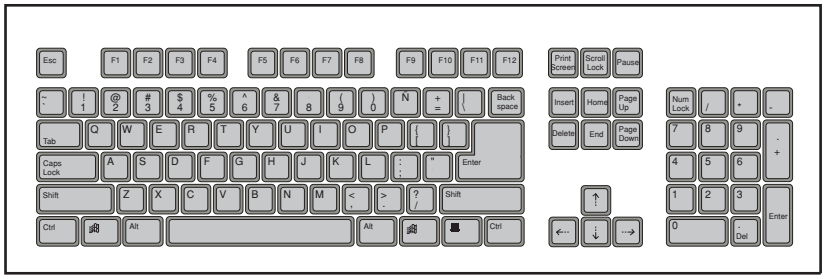
**FIGURA 14.3**
*Organizarea tastaturii IBM îmbunătățite.*




Câteva funcții ale sistemului de operare Windows nu sunt la îndemână în cazul tastaturilor cu 101 taste. Pentru a corespunde mai bine modului de operare sub Windows, mulți producători adaugă la noile tastaturi trei noi taste – două taste Windows și o tastă care activează meniurile derulante – în locurile înainte libere situate de o parte și de alta a barei de spațiu, care este puțin mai mică. Cele două taste Windows, identificate prin binecunoscuta emblemă Windows, sunt folosite pentru lansarea gestionarului de taskuri (Task Manager) din Windows. Una dintre acestea se află în partea stângă, între tastele Ctrl și Alt. Cealaltă se află în partea dreaptă, imediat în dreapta tastei Alt. A treia tastă este folosită pentru selectarea elementului indicat de cursorul mouse-ului și se află imediat după tasta Windows din partea dreaptă.

Cei mai mulți producători au modificat și alte taste de pe tastatura Windows, pentru a ușura lucrul. În speță, a fost mărită tasta Enter la dimensiunea specifică tastaturii cu 84 de taste, atât de mult criticată. Pentru a oferi mai mult spațiu, tasta backslash a fost micșorată și mutată mai sus, între tasta Backspace, micșorată, și tasta plus/egal. Figura 14.4 prezintă forma cea mai des întâlnită a tastaturii Windows cu 104 taste.

**FIGURA 14.4**
*Organizarea tastaturii Windows cu 104 taste.*




## Modelele ergonomice

Nimănui nu-i place să scrie la tastatură, poate cu excepția masochiștilor și a marțienilor. Pentru cei mai mulți oameni, dactilografiatul este un chin. De fapt, lucrul prelungit la tastatură, fără pauze, poate cauza dureri și chiar boli profesionale, precum sindromul de tunel carpian. Cea mai bună cale de evitare a problemelor este să evitați lucrul cu tastatura – iată încă un motiv de a pleca mai devreme acasă. Totuși, atunci când nu aveți ce face și trebuie să ciocăniți toată ziua la tastatură, cea mai bună soluție este să găsiți o tastatură care reduce chinul.

Specialiștii care se ocupă cu relațiile dintre oameni și locul de muncă sau mașinile pe care lucrează, numiți *ergonomiști*, au arătat că tastaturile nu au fost proiectate ținând seama de ființele umane care le folosesc. Organizarea tastelor pe patru (cinci sau șase)

rânduri a fost aleasă în urma unei combinații de motive arbitrare și motive legate de mecanismul de acționare al mașinilor de scris originale. Deși rândurile drepte sunt potrivite pentru tipărirea pe hârtie, pentru mâinile umane sunt un adevărat blestem. Pe toată durata lucrului, degetele trebuie să fie îndepărtate și mâna îndoită de la încheietură. Această poziție forțează ligamentele încheieturii și presează nervii care ajung la mână prin tunelul carpian (o gaură în oasele încheieturii). Acești factori se acumulează în timp și pot afecta mobilitatea mâinilor.

Tastaturile calculatoarelor nu sunt supuse acelorași restricții ca și tastaturile mașinilor de scris mecanice. Proiectanții pot dispune comutatoarele în orice poziție. Unele modele mai imaginative se numesc *tastaturi ergonomice*. Blocul de taste alfanumerice este împărțit în două jumătăți, care formează un anumit unghi. Rezultatul este o tastatură foarte ciudată – cel puțin pentru cei obișnuiți cu modelul mașinilor de scris mecanice – care se presupune că face mai puțin chinuitoare folosirea tastaturii.

Teoria care stă la baza modelului ergonomic susține faptul tastatura împărțită în două jumătăți vă permite să țineți mâinile drepte de la încheietură. Mâinile au o poziție mai naturală – de aici și numele ales de Microsoft: *tastatură naturală* (Natural Keyboard). Deoarece mâinile sunt mai puțin forțate, se presupune că lucrul îndelungat pe această tastatură este mai puțin obositor.

În cazul modelelor vechi de tastatură, și în special în cazul mașinilor de scris mecanice, încheieturile mâinilor trebuie îndoite și pe verticală în timpul lucrului. Dacă mâinile sunt întinse pe masă, ca să ajungeți la taste trebuie să îndoiți mâinile în sus. Dacă folosiți piciorușele tastaturii ca să măriți unghiul dintre aceasta și masă, încheieturile mâinilor trebuie să fie îndoite și mai mult în sus.

Ca și îndoirea pe orizontală a încheieturii, îndoirea pe verticală poate să obosească încheietura și să cauzeze sindromul de tunel carpian sau alte boli profesionale. Ca urmare, multe tastaturi sunt prevăzute cu spații pentru odihnirea mâinilor, reducând unghiul de îndoire a încheieturilor.

Spre deosebire de organizarea tastelor, aceste modificări ergonomice necesită perioade foarte scurte de adaptare. La început par ciudate, dar curând sunt folosite eficient. Alegerea unui model obișnuit sau a unui model ergonomic ține doar de preferințele dumneavoastră.

## Funcțiile de sporire a comodității

Indiferent de organizarea tastelor, folosirea tastaturii este la fel de tentantă ca și o mlaștină plină de aligatori. În ciuda îmbunătățirilor aduse de-a lungul anilor, cu taste mai moi și aranjamente mai bune, scrierea la tastatură a rămas o povară, iar expunerea la probleme cauzate de munca repetitivă este la fel de mare. Așadar, nu este de mirare că orice nou tip de tastatură, indiferent cât de ciudată, atrage mai multă atenție din partea presei decât monstrul din Loch Ness coborând în Washington dintr-un OZN condus de Elvis.

Deși nu pot să elimine necesitatea folosirii tastaturii, inginerii au găsit nenumărate metode de a ușura această muncă. Unele dintre aceste metode au făcut tastatura mai flexibilă și mai permisivă pentru cei cărora le lipsește dexteritatea. Astfel de funcții pot face dactilografierea mai comodă – sau chiar posibilă.

### Scrierea automată

La cele mai multe calculatoare, atunci când țineți apăsată o tastă, după o scurtă întârziere, tastatura începe să trimită o secvență continuă de caractere, terminată doar de eliberarea tastei respective. Caracteristica repetării caracterelor se numește *scriere*

*automată* (typematic, o combinație între *typ*[e]ing și auto*matic*). Șirul continuu de caractere este generat de tastatură, dar puteți să comandați frecvența cu care sunt trimise caracterele repetate și întârzierea până la trimiterea primului caracter din șir. Frecvența scrierii automate (typematic rate) este măsurată în caractere pe secundă. Valoarea obișnuită pentru acest parametru este de aproximativ 15 caractere pe secundă.

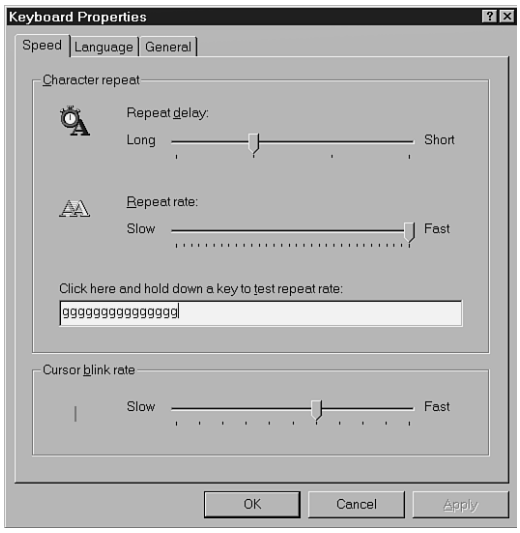
Funcția de scriere automată poate fi inserată aproape oriunde în lanțul dintre degetele care apasă tastele și aplicațiile care folosesc caracterele. Unele tastaturi au funcții integrate de scriere automată. Multe coduri BIOS permit ajustarea la nivel hardware a funcțiilor de scriere automată. De exemplu, secțiunea de configurare avansată a codurilor AMI BIOS permite ajustarea individuală a valorilor pentru funcția de scriere automată. Parametrul Typematic Rate Delay (Întârziere la scrierea automată) ajustează perioada pentru care trebuie ținută apăsată o tastă înainte ca tastatura să înceapă să trimită șirul de caractere repetate. Valoarea prestabilită este, de obicei, de jumătate de secundă (500 de milisecunde).

Deoarece funcția de scriere automată implementată la nivel hardware operează independent de sistem și de componentele software ale acestuia, poate duce la supraîncărcarea sistemului, prin trimiterea unui număr mai mare de caractere decât pot fi manipulate. De exemplu, dacă țineți o tastă apăsată, unele PC-uri încep să piuie supărate. Același lucru se poate întâmpla și la apăsarea neintenționată. Dacă puneți pe tastatură ceva care apasă o tastă, s-ar putea ca PC-ul să vă răspundă cu sunete supărate, de parcă un șoarece ar vorbi în codul Morse. Soluția problemei este, desigur, eliberarea tastei apăsate.

## Funcția RepeatKeys

Sub versiunile comerciale curente ale sistemului de operare Windows, Microsoft a preluat funcția de scriere automată sub forma unei opțiuni de accesibilitate numită RepeatKeys. Funcția RepeatKeys vă permite să ajustați viteza de scriere automată sau să o dezactivați complet la nivelul sistemului de operare. Aceste caracteristici sunt controlate prin intermediul unei interfețe simple cu meniuri.

**FIGURA 14.5**
*Modificarea caracteristicilor de scriere automată sub Windows.*




Pagina Speed (Viteză) a ferestrei Keyboard Properties (Proprietățile tastaturii) vă permite să controlați întârzierea și viteza scrierii automate, deși acestea se numesc întârziere și viteză de repetare a caracterelor (opțiunile *Character repeat delay* și *Repeat rate*). Pentru a avea acces la acești parametri, selectați din Control Panel pictograma cu o tastatură, apoi executați clic pe eticheta Speed. Veți vedea un ecran precum cel prezentat în Figura 14.5.

Modificați întârzierea și viteza de repetare prin deplasarea cursoarelor corespunzătoare cu ajutorul mouse-ului. Dacă executați clic în caseta albă cu eticheta „Click here and hold down a key to test repeat rate“ („Executați clic aici și țineți o tastă apăsată ca să testați viteza de repetare“), puteți să vedeți rezultatul modificărilor făcute. Această caracteristică este foarte utilă, deoarece Windows nu vă spune ce valori au parametrii pe care i-ați stabilit. De asemenea, puteți să dezactivați caracteristica de repetare a tastelor cu tasta specială dedicată, ținând apăsată tasta Shift din dreapta cel puțin opt secunde.

## Funcțiile BounceKeys, FilterKeys și SlowKeys

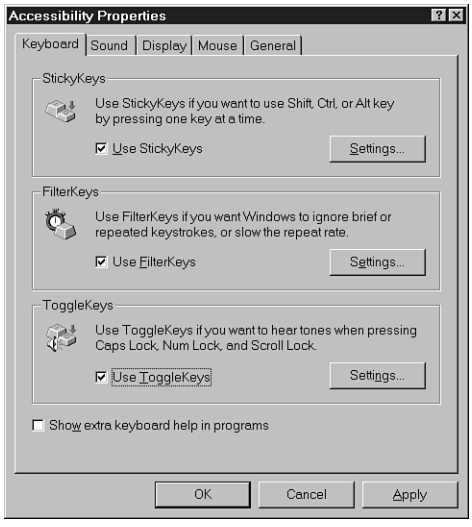
Sub Windows, *FilterKeys* este, în esență, opusul funcției de scriere automată. În loc să multiplice o tastă apăsată o singură dată, această funcție suprimă secvențele foarte scurte de taste, indiferent dacă acestea sunt formate prin acționarea repetată a unei singure taste sau dintr-o secvență scurtă de taste diferite. Atunci când se filtrează o secvență formată prin repetarea aceleiași taste, Microsoft folosește pentru această funcție numele *BounceKeys*. Dacă filtrarea se face pentru o secvență de taste diferite, numele funcției este *SlowKeys*.

De exemplu, dacă apăsați accidental o tastă atunci când vă mutați degetele de la o tastă la alta, funcția SlowKeys elimină tastele apăsate din greșeală. Cu alte cuvinte, funcția SlowKeys face ca Windows să neglijeze o apăsare de scurtă durată a unei taste sau a unei secvențe de taste. SlowKeys întârzie funcția de scriere automată, obligându-vă să țineți o tastă apăsată mai mult timp înainte de a începe repetarea acesteia.

Asemănător, funcția BounceKeys face legătura între două apăsări succesive ale aceleiași taste, transformându-le într-un singur caracter.

Pentru ca Windows să poată distinge apăsările intenționate de cele accidentale, atunci când funcția FilterKeys este activă, trebuie să apăsați ferm fiecare tastă pentru a face caracterul respectiv să apară pe ecran. Deși în acest fel lucrul unui operator eficient este întârziat, funcția FilterKeys mărește viteza de lucru a persoanelor cu probleme de mobilitate sau mai puțin îndemânatice, eliminând multe erori.

**FIGURA 14.6**
*Pagina Keyboard a ecranului Accessibility Properties sub Windows.*




Puteți să controlați sensibilitatea funcțiilor BounceKeys și SlowKeys – ajustând durata apăsării unei taste înainte ca aceasta să fie înregistrată – cu ajutorul pictogramei Accessibility Options (Opțiuni de accesibilitate) din Control Panel. Dacă executați clic pe această pictogramă, va apărea ecranul Accessibility Properties (Proprietăți de accesibilitate), prezentat în Figura 14.6.

Pagina Keyboard a ecranului Accessibility Properties vă permite să activați sau să dezactivați funcția FilterKeys (pe lângă alte opțiuni referitoare la tastatură). Valorile

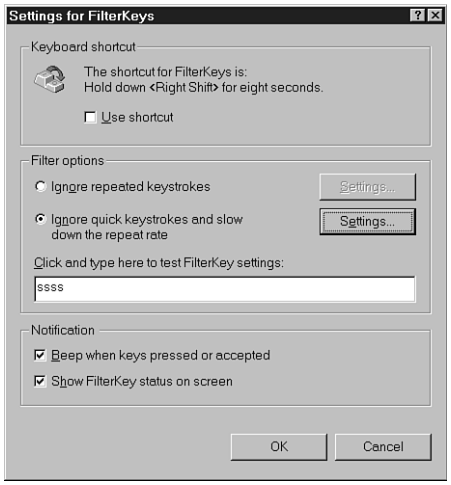



**FIGURA 14.7**
*Ecran pentru ajustarea valorilor folosite de funcția FilterKeys sub Windows.*

individuale pentru funcțiile BounceKeys și SlowKeys pot fi ajustate executând clic pe butonul Settings de sub eticheta FilterKeys. Dacă faceți acest lucru veți vedea un ecran precum cel prezentat în Figura 14.7.

Prin validarea casetei Use Shortcut (Folosire scurtătură), puteți să activați sau să dezactivați funcția FilterKeys fără să deschideți dosarul Accessibility Properties. Pentru aceasta, activați tasta de selectare rapidă corespunzătoare, ținând apăsată tasta Shift din dreapta cel puțin opt secunde.

Funcțiile BounceKeys și SlowKeys folosesc valori individuale pentru duratele de întârziere asociate. Aceste valori pot fi ajustate executând clic pe butonul Settings din dreptul funcției corespunzătoare. (Dacă dezactivați una dintre aceste funcții, Windows nu vă permite să îi schimbați parametrii, dezactivând butonul Settings.)

## Funcția StickyKeys

În timpul operării normale, tastele au acțiune instantanee. Acestea înregistrează apăsarea și eliberarea tastei, apoi așteaptă următoarea apăsare. Numai tastele basculante – Caps Lock, Num Lock și Scroll Lock – acționează ca niște comutatoare: la prima apăsare funcția respectivă este activată și rămâne astfel până la următoarea apăsare a aceleiași taste. Modul instantaneu de lucru este perfect pentru dactilografierea normală, exceptând situațiile când programul pe care îl folosiți vă cere să apăsați simultan mai multe taste decât puteți apăsa cu degetele sau dacă din cauza unui handicap fizic nu puteți apăsa decât câte o tastă. Funcția *StickyKeys* din Windows blochează tastele de modificare, care transformă caracterele alfanumerice în taste funcționale sau de control. Tastele de modificare sunt Alt, Ctrl și Shift. Atunci când funcția StickyKeys este activată, tastele de modificare acționează la fel ca tasta Caps Lock. Această blocare vă permite să apăsați tastele pe rând, iar programele consideră că le-ați apăsat simultan.

Funcția StickyKeys are două moduri de operare, cu eliberare automată și cu eliberare manuală. Modul prestabilit de operare al funcției StickyKeys este cu eliberare automată. Puteți să selectați opțiunea de eliberare manuală la configurarea funcției StickyKeys.

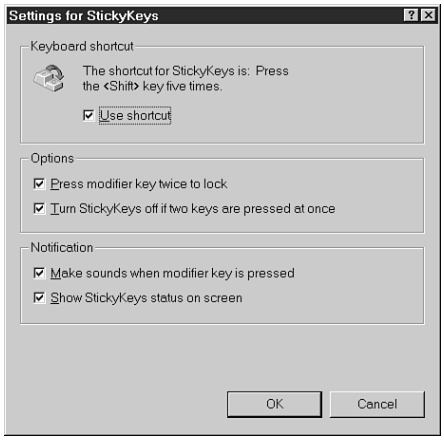
În cazul eliberării automate, tasta de modificare rămâne blocată numai pe durata unei singure comenzi. Dacă apăsați o tastă de modificare, aceasta rămâne activă numai până când apăsați prima tastă care nu are rolul de modificator (adică o tastă alfanumerică obișnuită sau un simbol). De exemplu, pentru formarea combinației Alt+F, atunci când este activă funcția StickyKeys, apăsați tasta Alt, apoi tasta F. După această comandă, tasta Alt va fi eliberată automat.

În cazul eliberării manuale, tasta de modificare rămâne activă până când o dezactivați explicit. Apăsarea tastei de modificare de două ori la rând o blochează până când o deblocați explicit, apăsând-o a treia oară. De exemplu, dacă apăsați de două ori tasta Ctrl, toate literele pe care le apăsați în continuare sunt considerate coduri de control.

Trebuie să apăsați din nou tasta Ctrl pentru ca tastele alfanumerice să revină la modul normal de funcționare.

Configurarea inițială a funcției StickyKeys se face din fereastra Accessibility Option a Panoului de control. Ulterior, puteți să folosiți același sistem ca să controlați operarea funcției StickyKeys sau puteți să activați și să dezactivați funcția folosind o tastă de selectare rapidă.

**FIGURA 14.8**
*Fereastra de configurare a funcției StickyKeys.*


Settings for StickyKeys
Keyboard shortcut
The shortcut for StickyKeys is: Press the <Shift> key five times.
Use shortcut
Options
Press modifier key twice to lock
Turn StickyKeys off if two keys are pressed at once
Notification
Make sounds when modifier key is pressed
Show StickyKeys status on screen
OK
Cancel

Pentru configurarea funcției StickyKeys, selectați pictograma Accessibilities Options din Control Panel. Executați clic pe butonul Settings de lângă opțiunea StickyKeys. Veți vedea o fereastră precum cea prezentată în Figura 14.8.

Ca și alte opțiuni de accesibilitate, configurarea funcției StickyKeys este destul de simplă. O casetă de validare vă oferă controlul asupra unei taste de selectare rapidă care activează sau dezactivează funcția StickyKeys. Prima casetă de opțiuni vă permite să activați modul de eliberare manuală a funcției StickyKeys.

## Funcția ToggleKeys

Orice tastatură modernă are indicatoare vizuale pentru starea tastelor basculante Caps Lock, Num Lock și Scroll Lock. Dar dacă aveți o viteză mare de lucru, nu vă uitați la tastatură – sau cel puțin nu ar trebui. Mai mult, dacă aveți probleme de vizibilitate sau de mobilitate, s-ar putea să nu aveți cum să vă uitați la tastatură ca să vedeți indicatoarele de stare.

Pentru a vă ajuta să urmăriți starea tastelor basculante fără să vă uitați la LED-urile tastaturii, Microsoft a adăugat în Windows funcția *ToggleKeys*. Această funcție vă semnalizează sonor activarea sau dezactivarea tastelor basculante. Activați o tastă basculantă și funcția ToggleKeys emite un semnal sonor la difuzoarele sistemului. Dezactivați tasta și ToggleKeys vă răspunde din nou cu un semnal sonor.

Puteți să activați funcția ToggleKeys ca o opțiune de accesibilitate (Accessibility Option) în Panoul de control din Windows 95. Aceasta este ultima opțiune de pe pagina Keyboard.

Dacă validați tasta de selectare rapidă pentru funcția ToggleKeys, aceasta poate fi activată sau dezactivată și în timpul lucrului, ținând apăsată tasta NumLock cel puțin cinci secunde. Selectând butonul Settings din secțiunea ToggleKeys a paginii Keyboard, deschideți un ecran în care puteți să validați tasta de selectare rapidă, așa cum se poate vedea în Figura 14.9.

**FIGURA 14.9**
*Activarea tastei de selectare rapidă pentru funcția ToggleKeys sub Windows.*

## Funcțiile electrice

În lumea macroscopică în care trăim, comutatoarele operează fără ezitări sau dubii. Apăsați un întrerupător și, surpriză, se face lumină. În lumea microelectronicii, schimbarea stărilor unui comutator nu se face în pași atât de clari. În momentul în care închide un circuit, comutatorul ezită, lasă mai întâi mici curenți să treacă, îi oprește, apoi lasă să treacă un curent mai mare. Aceste ezitări inițiale se numesc vibrații ale contactelor și au mai multe cauze. Materialele din care sunt făcute contactele celor mai multe comutatoare nu sunt perfecte. În timp, suprafața acestora se acoperă cu oxizi sau alte impurități și conexiunea nu este perfectă. Contactele se ating, vibrează, străpung murdăria și apoi formează o conexiune fermă. În timpul acestui proces, prin circuit pot trece mici impulsuri electrice. Aceste impulsuri sunt prea slabe ca să fie sesizate de un bec electric, dar sunt mai mult decât suficiente pentru a crea confuzie într-un circuit semiconductor.

Pentru a fi folosite în circuitele calculatoarelor, comutatoarele au nevoie de componente electronice speciale care să elimine fluctuațiile electrice și vibrațiile contactelor. Aceste circuite de eliminare a fluctuațiilor supraveghează contactele comutatoarelor și transformă ezitările inițiale într-o schimbare clară de stare. Din nefericire, fiecare comutator are nevoie de un circuit propriu pentru eliminarea fluctuațiilor de curent. Dacă este vorba despre un singur comutator, problema nu este gravă, dar se poate transforma într-un adevărat coșmar pentru proiectant dacă trebuie să rezolve problema celor 101 de comutatoare dintr-o tastatură obișnuită.

În loc să facă eliminarea fluctuațiilor de curent pentru fiecare comutator în parte, tastaturile calculatoarelor rezolvă în alt mod problema. Circuitele electronice ale tastaturii nu detectează schimbarea stării fiecărui comutator în momentul în care aceasta are loc, ci verifică periodic dacă vreun comutator și-a schimbat starea. Dacă este detectată schimbarea stării unui comutator, ceea ce corespunde apăsării sau eliberării unei taste, circuitele electronice generează o indicație, care este trimisă către calculator.

Acest proces are și unele dezavantaje. Detectarea apăsării tastelor prin verificări periodice implică o mică întârziere la semnalarea fiecărei apăsări de tastă. Mai mult, de fiecare dată trebuie să fie verificată fiecare tastă. Dar viteza mare de lucru a circuitelor electronice actuale face ca această metodă să fie perfect funcțională. Procesul este redus la o rutină – circuitele electronice ale tastaturii verifică starea fiecărei taste cu o frecvență de aproape un milion de ori pe secundă. În general, operația de scanare a tastelor este făcută de un microprocesor (un dispozitiv din seria 8048, pentru cele mai multe tastaturi) la fiecare câteva microsecunde, astfel încât pot fi detectați chiar și curenții minusculi generați de apăsarea unei taste. Deoarece există o mică posibilitate ca un zgomot aleatoriu – semnalul care ar trebui să fie îndepărtat de un circuit de eliminare a fluctuațiilor – să cauzeze un impuls asemănător cu cel generat de apăsarea unei taste, circuitele electronice ale tastaturii validează o tastă numai dacă detectează curentul generat de aceasta în timpul a două sau mai multe scanări consecutive.

În PC-urile actuale, tastatura poate să folosească două tehnologii pentru a transmite efectele apăsării tastelor către calculator. În proiectarea tradițională, folosită încă de la primele PC-uri, tastatura trimite date către PC sub forma codurilor de scanare. Industria calculatoarelor personale face eforturi pentru a trece modul de comunicare al tastaturii de la coduri de scanare la date formatate, transferate prin portul USB.

## Portul de tastatură

În modelul tradițional (moștenit) de tastatură, aceasta este conectată la PC și trimite datele, numite *coduri de scanare*, printr-un port serial specializat. Un microprocesor din tastatură alocă un cod de impulsuri fiecărei apăsări de taste, iar un al doilea procesor, numit *controller de tastatură*, transformă codurile de scanare în date compatibile cu magistrala, folosind un cod hexazecimal.

După ce recepționează un cod de scanare, controllerul de tastatură lansează o întrerupere prin care avertizează microprocesorul PC-ului că ați apăsat o tastă și că ar face bine să se ocupe de acest lucru. Pentru deservirea întreruperii, calculatorul sortează codurile de scanare, identificând tasta apăsată și combinația în care a fost apăsată. Programul care execută aceste operații face parte din codul BIOS al sistemului. Calculatorul memorează starea tastelor basculante și de modificare, modificând anumite locații de memorie, numite *octeți de stare*, astfel încât să reflecte starea tastelor respective.

Fiecare apăsare de tastă generează două coduri de scanare diferite – unul la apăsarea tastei și celălalt la eliberarea acesteia. Folosirea celor două coduri de scanare permite calculatorului să stabilească dacă o tastă este ținută apăsată – de exemplu, atunci când țineți apăsată tasta Alt în timp ce apăsați o tastă funcțională.

Există trei standarde pentru codurile de scanare. Acestea sunt folosite pentru trei moduri de operare și corespund celor trei generații de tastaturi. Modul 1 reprezintă sistemul folosit de tastatura originală cu 83 de taste a primelor PC-uri. Modul 2 reprezintă sistemul folosit de tastatura cu 84 de taste a calculatoarelor PC AT. Modul 3 este sistemul introdus o dată cu tastatura cu 101 taste – acum omniprezentă în lumea calculatoarelor personale. În general, tastaturile moderne pot să emuleze modelele mai vechi, trecând la modurile de operare specifice acestora în urma unor comenzi trimise de PC.

În oricare dintre cele trei moduri de operare, fiecare tastă generează un cod de scanare unic. Chiar dacă pe două taste scrie același lucru – cum ar fi tastele numerice din blocul alfanumeric, dublate de tastele numerice care controlează și deplasarea cursorului – fiecare tastă generează un cod de scanare propriu. Codul fiecărei taste este dat de poziția acesteia și nu este afectat de starea tastei Caps Lock sau a altor taste de modificare. În modul 1 de operare, toate codurile de scanare au lungimea de un octet și tastele generează coduri diferite la apăsare și la eliberare. În modurile 2 și 3, codurile de scanare pot avea unul sau mai mulți octeți. În general, codul transmis la apăsarea tastei (make code) are un octet, iar codul transmis la eliberarea tastei (break code) are doi octeți, respectiv un octet cu valoarea F0(Hex) urmat de codul de apăsare.

Deși inițial codurile de scanare au fost alocate după poziția tastelor, nu după caracterele înscrise pe acestea, atunci când producătorii modifică poziția tastelor auxiliare, codurile de scanare sunt păstrate ca și în modelul original. În caz contrar, fiecare mod de organizare a tastelor ar genera alte coduri de scanare, ceea ce ar deruta atât PC-ul, cât și utilizatorul. Pentru limbile străine se folosesc mapări diferite ale codurilor de scanare. Modelele de tastaturi pentru limbile străine înlocuiesc semnele de punctuație cu diferite caractere, astfel încât codurile de scanare cerute de aceste caractere diferă în alte limbi decât engleza.

Tastaturile moderne cu 101 și 104 taste au două taste Enter, una în blocul alfanumeric și cealaltă în blocul combinat de taste numerice și pentru deplasarea cursorului. A doua

tastă Enter, ca și tastele numerice din blocul în care se găsește aceasta, are un cod de scanare propriu. Ca urmare, PC-ul poate distinge tasta Enter apăsată, așa cum poate distinge tasta Shift din stânga de cea din dreapta. Deși pentru cele mai multe operații cele două taste funcționează identic, în unele cazuri au funcții diferite. De exemplu, deseori combinațiile de taste folosesc numai una dintre cele două taste Shift, nu pe amândouă.

Toate tastaturile pentru PC-uri au *taste funcționale*, care nu au un rol predefinit. Rolul acestora se schimbă, de cele mai multe ori, de la o aplicație la alta, deși unii programatori se străduiesc să asigure o oarecare consecvență (cum ar fi folosirea tastei F1 pentru a cere ajutor sau a tastei F10 pentru ieșirea din program). Tastele funcționale sunt aranjate pe două rânduri verticale în partea stângă a tastaturilor cu 83 sau 84 de taste și pe un singur rând orizontal în partea superioară a tastaturilor cu 101 sau 104 taste. Indiferent de aranjare, codurile de scanare ale acestor taste sunt aceleași, deși codurile de scanare ale tastelor F11 și F12 nu sunt transmise de tastaturile cu numai 10 taste funcționale.

Fiecare tastă de deplasare a cursorului din blocul separat, aflat între blocul de taste alfanumerice și blocul de taste numerice/cursor, generează un cod de scanare diferit, chiar dacă funcțiile acestora sunt dublate și de alte taste.

În mod normal, nu lucrați direct cu codurile de scanare. Calculatorul transformă aceste coduri în litere și numere, automat și invizibil. Informațiile transformate sunt folosite pentru generarea informațiilor afișate pe ecran și sunt puse la dispoziția aplicațiilor pe care le rulați pe calculator sau a programelor pe care le scrieți. Totuși, uneori, atunci când scrieți programe proprii, este utilă detectarea directă a fiecărei taste care își schimbă starea. De exemplu, s-ar putea să doriți să se întâmple un anumit lucru atunci când este apăsată o combinație de taste. Programul nu trebuie decât să citească portul de intrare al tastaturii și să compare valorile citite cu o hartă a codurilor de scanare.

Calculatorul primește codurile de scanare printr-un port de intrare/ieșire special, care funcționează la fel ca un port serial, fără să respecte explicit standardul RS-232. În locul unei multitudini de semnale pentru date și pentru dialogurile de confirmare, tastatura folosește numai două. Prin activarea și dezactivarea acestor două semnale, sistemul asigură atât comunicarea dinspre tastatură cât și, cu excepția primului model de tastatură, dinspre calculatorul gazdă. Deși primele PC-uri foloseau o cale de transmitere unidirecțională, de la tastatură la PC, tastaturile actuale folosesc o interfață bidirecțională cu un protocol de comandă propriu.

**Protocolul folosit de tastatură**

Tastaturile folosesc coduri seriale diferite, în funcție de modul de operare. În modul 1, protocolul standard folosește nouă biți pentru fiecare octet. Primul bit este bitul de start, care trebuie să aibă valoarea logică 1. În continuare sunt transmiși cei opt biți de date, începând cu cel mai puțin semnificativ. În modurile 2 și 3, tastatura folosește un protocol pe 11 biți. Fiecare octet începe nu cu un bit de start, ci cu un 0 logic. În continuare sunt transmiși cei opt biți de date, începând cu cel mai puțin semnificativ. Urmează un bit de paritate. Toate tastaturile folosesc paritatea impară, ceea ce înseamnă că valoarea acestui bit este aleasă astfel încât numărul biților 1 logic din biții de date și bitul de paritate să fie impar. Protocolul se încheie cu un bit de stop, care are întotdeauna valoarea logică 1. Tabelul 14.1 prezintă protocolul folosit de interfața pentru tastatură în cele trei moduri de operare.

**Tabelul 14.1** Protocolul standard pentru octeții seriali transmiși de tastatură

| *Numărul bitului* | *Funcție* | *Modul 1* | *Modurile 2 și 3* |
|---|---|---|---|
| 1 | Bit de start | 1 | 0 |
| 2 | Bit de date 0 | Cel mai puțin semnificativ bit | Cel mai puțin semnificativ bit |
| 3 | Bit de date 1 | | |
| 4 | Bit de date 2 | | |
| 5 | Bit de date 3 | | |
| 6 | Bit de date 4 | | |
| 7 | Bit de date 5 | | |
| 8 | Bit de date 6 | | |
| 9 | Bit de date 7 | Cel mai semnificativ bit | Cel mai semnificativ bit |
| 10 | Paritate | Nefolosit | Depinde de date |
| 11 | Bit de stop | Nefolosit | 1 |

Sistemul de semnalizare și de confirmare folosit de tastaturile convenționale este destul de complicat. Tastatura folosește linia de ceas ca să trimită semnale pentru sincronizarea biților de pe linia de date, recepționați de PC. Pe de altă parte, calculatorul folosește linia de ceas ca să controleze fluxul datelor primite de la tastatură. Linia de ceas folosește o *logică cu trei stări* (tri-state logic), ceea ce permite modificarea semnalului din ambele părți ale conexiunii. În mod normal, tastatura furnizează pe linia de ceas o tensiune cu o anumită valoare, pe care o întrerupe pentru furnizarea semnalului de sincronizare. Această tensiune poate fi întreruptă și de PC – printr-o scurt-circuitare care nu pune în pericol tastatura – ca o modalitate de a transmite o cerere de date. Linia de date folosește tot logica cu trei stări.

Tastatura urmărește starea liniilor de date și de ceas pentru a determina momentul în care poate trimite informații către PC. Tastatura trimite un caracter numai dacă nici una dintre cele două linii (de date și de ceas) nu este trecută pe 0 logic de PC. Dacă linia de ceas este trecută pe 0, tastatura păstrează în bufferul propriu datele pe care trebuie să le trimită. Dacă linia de ceas are valoarea 1, dar linia de date are valoarea 0, tastatura așteaptă să primească o comandă de la PC. Tastatura urmărește linia de ceas pe toată durata transmiterii unui octet și, dacă PC-ul trece linia pe 0 logic înaintea trimiterii bitului de paritate, tastatura oprește transmisia și păstrează caracterul în buffer, așteptând până când linia de ceas trece din nou pe 1 pentru a retransmite caracterul.

Pentru a trimite un octet de comandă către tastatură, PC-ul verifică mai întâi dacă aceasta se află în timpul unei transmisii de date. Pentru oprirea imediată a fluxului de date, calculatorul trece linia de ceas pe 0 logic. Apoi, lăsând linia de ceas să treacă din nou pe 1 și trecând linia de date pe 0, calculatorul semnalează tastaturii că urmează să trimită date. Tastatura numără biții primiți pe linia de date. Dacă recepționează un număr corect de biți, trimite către PC un octet de confirmare, FA(Hex). Dacă numărul nu este corect, cere retransmiterea comenzii prin octetul FE(Hex).

**Comenzile software**

Calculatorul are la dispoziție un repertoriu modest de comenzi care pot fi trimise tastaturii pentru ajustarea modului intern de operare. PC-ul poate schimba modul de operare al tastaturii (deci codurile de scanare trimise de aceasta) cu comanda F0(Hex),

urmată de numărul modului. De asemenea, poate modifica viteza de scriere automată, folosind comanda F3(Hex), sau starea indicatoarelor pentru tastele basculante, cu comanda ED(Hex). Tabelul 14.2 prezintă comenzile pe care calculatorul le poate trimite către o tastatură modernă. Tastaturile foarte vechi, cum ar fi modelele cu 83 de taste folosite de primele PC-uri, nu pot primi aceste instrucțiuni, deoarece folosesc o interfață unidirecțională. Atunci când operează în modul 1, tastatura răspunde numai la comanda de reinițializare – FF(Hex). După reinițializare, tastatura poate să treacă în alt mod de operare și să răspundă la comenzile primite.

**Tabelul 14.2** Comenzi trimise către tastatură de PC-ul gazdă

| *Valoarea octetului* | *Definiția comenzii* |
|---|---|
| ED | Modifică indicatorii tastaturii (mapat pe biți) |
| | Bit 0, Scroll Lock |
| | Bit 1, Num Lock |
| | Bit 2, Caps Lock |
| EE | Ecou |
| EF | Comandă inacceptabilă |
| F0 | Stabilește modul de lucru al tastaturii conform octetului următor (1, 2 sau 3) |
| | 00 = Tastatura trimite parametrii curenți |
| | 01 = Comutare în modul 1 |
| | 02 = Comutare în modul 2 |
| | 03 = Comutare în modul 3 |
| F1 | Comandă inacceptabilă |
| F2 | Trimite identificatorul tastaturii |
| F3 | Stabilește întârzierea și viteza scrierii automate conform valorilor codate pe biți |
| | Format 0ddbbaaa |
| | Întârzierea = (dd+1) * 250 msec |
| | Rata = (8 + aaa) * 2 ^bb * 4 msec |
| F4 | Șterge bufferul |
| F5 | Reface parametrii prestabiliți și așteaptă semnalul de activare |
| F6 | Reface parametrii prestabiliți |
| F7 | Activează scrierea automată pentru toate tastele |
| F8 | Face ca toate tastele să trimită coduri de apăsare și de eliberare |
| F9 | Face ca toate tastele să trimită coduri de apăsare |
| FA | Face ca toate tastele să trimită coduri de apăsare și de eliberare și să repete codul |
| FB | Face ca tasta să repete codul |
| FC | Face ca tasta să trimită coduri de apăsare și de eliberare |

| *Valoarea octetului* | *Definiția comenzii* |
|---|---|
| FD | Face ca tasta să trimită coduri de apăsare |
| FE | Eroare, cere retransmiterea |
| FF | Reinițializează tastatura |

În afara codurilor de scanare, tastatura are la dispoziție câteva comenzi și informații de stare pe care le poate transmite către PC. De exemplu, poate informa PC-ul că are prea multe caractere în bufferul intern, dacă a recepționat corect o comandă de la PC sau îi poate comunica rezultatul autotestării. Tabelul 14.3 prezintă aceste comenzi și semnale de stare.

**Tabelul 14.3** Comenzi trimise de tastatură către PC-ul gazdă

| *Valoarea octetului* | *Definiția comenzii* |
|---|---|
| 00 | Depășirea bufferului (modurile 2 și 3) |
| AA | Autotestarea s-a terminat cu succes |
| F0 | Octetul care urmează este un cod de eliberare a tastei |
| FA | Confirmarea ultimei comenzi |
| FD | Autotestarea nu a reușit |
| FC | Autotestarea nu a reușit |
| FE | Ultima comandă a fost recepționată cu eroare; cerere de retransmitere |
| FF | Depășirea bufferului (modul 1) |
| E0 | Octetul care urmează este un cod de scanare/eliberare a tastei în modul 2 |

Pentru începerea comunicării, tastatura trimite o serie de caractere prin care indică terminarea cu succes a autotestării – codul AA(Hex) – dar cu bitul de paritate greșit, semnalizând calculatorului că încă nu s-a făcut inițializarea. După ce PC-ul parcurge procesul de încărcare până într-un punct în care poate primi date, trimite către tastatură o cerere de retransmitere a ultimei comenzi – FE(Hex). Ca răspuns, tastatura corectează bitul de paritate și trimite din nou codul AA(Hex) – desigur, cu condiția ca autotestarea să se fi terminat cu succes. În acest moment, tastatura și PC-ul sunt pregătite să treacă la modul normal de operare.

**Interfața gazdă**

Interfața pentru tastatură din calculator este un subsistem complet, cu un microprocesor dedicat. Modelul original folosea un microprocesor Intel 8042 pentru comunicațiile cu tastatura, dar în PC-urile moderne, circuitele echivalente cu acest microprocesor sunt integrate în setul de cipuri. Acest microprocesor monitorizează liniile de date și de ceas care fac legătura între tastatură și PC, descifrează codurile seriale și le translatează într-o formă paralelă pe care o transmite calculatorului.

PC-ul primește date de la tastatură și trimite comenzi către aceasta prin intermediul a două porturi de intrare/ieșire. În momentul în care există un octet care trebuie prelucrat de PC, controllerul de tastatură generează o întrerupere hardware.

În PC-urile moderne, porturile folosite de tastatură și întreruperea generată de controller pot să difere, în funcție de modelul hardware și de codul BIOS al PC-ului. Dacă sunteți

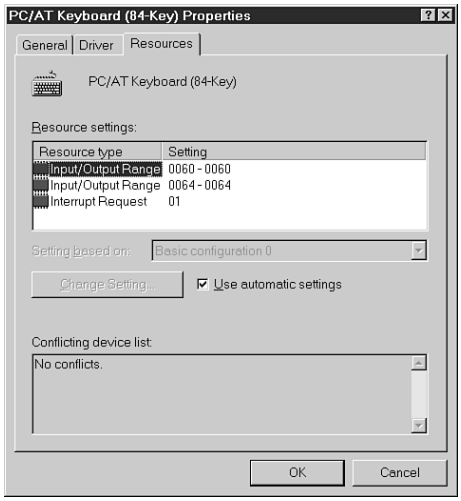



**FIGURA 14.10**
*Afișarea resurselor folosite de subsistemul de tastatură în Windows.*

curios, puteți să vedeți care sunt porturile folosite deschizând panoul de control (Control Panel) din Windows, selectând pictograma Keyboard, apoi pagina Resources. Veți vedea un ecran precum cel prezentat în Figura 14.10.

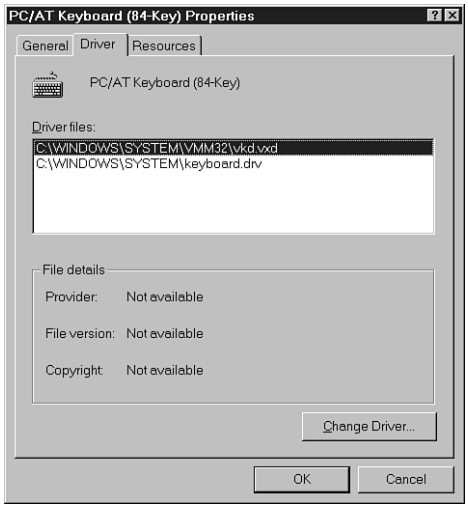



**FIGURA 14.11**
*Afișarea în Windows a driverelor de tastatură instalate.*

După ce PC-ul confirmă primirea întreruperii hardware, controllerul de tastatură transmite către sistem codul de scanare primit de la tastatură, iar rutinele BIOS pentru tastatură determină caracterul care trebuie trimis sistemului de operare. Rutina BIOS standard generează o a doua întrerupere, care permite unei subrutine să prelucreze codul de scanare înainte ca acesta să fie transformat într-un caracter. Sub Windows, aceste rutine BIOS sunt înlocuite de drivere de tastatură, care execută aceleași funcții. În mod prestabilit, versiunile Windows curente instalează două drivere de tastatură – un driver în mod real (KEYBOARD.DRV) și un driver în mod protejat (VKD.VXD). Puteți să vedeți sau să schimbați driverele instalate în sistem folosind eticheta Drivers de pe pagina Keyboard Properties din Windows, așa cum se poate vedea în Figura 14.11.

### Compatibilitatea

Codurile de scanare generate de toate tastaturile pentru PC-uri sunt aceleași, dar nu toate tastaturile sunt identice. În timpul proiectării calculatoarelor personale AT, IBM a reconsiderat funcționarea internă a tastaturii și a optat pentru transformarea acesteia într-un dispozitiv programabil. Tastaturile mai vechi – cele livrate împreună cu calculatoarele 8088 și XT – erau dispozitive unidirecționale, care trimiteau coduri de scanare către calculatorul gazdă într-un monolog constant. Tastaturile actuale acceptă comenzi de la calculatorul gazdă și au chiar un limbaj propriu.

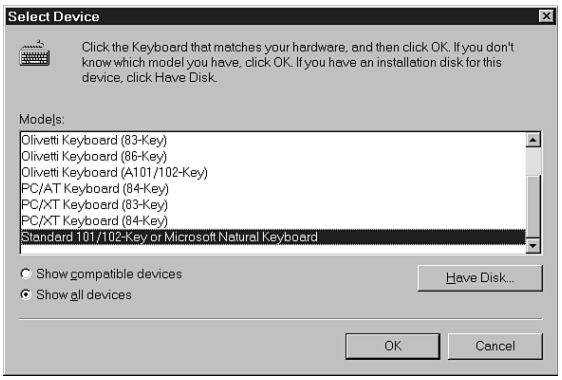
Deși, probabil, nu veți folosi niciodată limbajul tastaturii (este domeniul programatorilor și al proiectanților de hardware), acesta face ca tastaturile pre- și post-AT să fie incompatibile. O tastatură AT nu funcționează cu un sistem PC sau XT, așa cum o tastatură XT nu poate funcționa cu calculatoarele actuale.

IBM a eliminat problemele de incompatibilitate în linia proprie de producție, înlocuind în 1987 conectorul de tastatură (dar prea târziu – după ce, timp de trei ani, compania fabricase calculatoare AT cu același conector de tastatură ca și cel folosit pentru sistemele XT). Alți producători au rezolvat problema prevăzând produsele proprii cu comutatoare pentru selectarea compatibilității. Unele tastaturi detectează automat tipul circuitelor din calculator și se configurează în funcție de acestea.

Unele tastaturi nu sunt ajustabile. Deoarece sistemele și tastaturile XT țin de domeniul trecutului, mulți producători de tastaturi consideră că pot ignora fără nici o problemă compatibilitatea cu aceste modele. Dacă nu aveți un sistem antic, dinainte de introducerea tastaturii AT în 1984, nu trebuie să vă faceți probleme privind compatibilitatea tastaturii.

În general, Windows poate să identifice tastatura atunci când verifică componentele hardware ale sistemului și se configurează în funcție de aceasta. Dacă aveți vreun motiv să credeți că alegerea făcută de sistemul de operare este greșită sau dacă vreți să instalați manual o tastatură sub Windows, puteți să faceți acest lucru selectând eticheta General din fereastra Keyboard Properties. Pentru deschiderea ferestrei Keyboard Properties, selectați pictograma Keyboard din Control Panel.

**FIGURA 14.12**
*Selectarea unei tastaturi în Windows.*


Select Device
Click the Keyboard that matches your hardware, and then click OK. If you don't know which model you have, click OK. If you have an installation disk for this device, click Have Disk.
Models:
Olivetti Keyboard (83-Key)
Olivetti Keyboard (86-Key)
Olivetti Keyboard (A101/102-Key)
PC/AT Keyboard (84-Key)
PC/XT Keyboard (83-Key)
PC/XT Keyboard (84-Key)
Standard 101/102-Key or Microsoft Natural Keyboard
Show compatible devices
Show all devices
Have Disk...
OK
Cancel

Dacă tastatura afișată de Windows nu este cea dorită de dumneavoastră, executați clic pe butonul Change. Ca răspuns, Windows va afișa o listă de tastaturi pe care știe să le folosească, așa cum se poate vedea în Figura 14.12.

La fel ca la instalarea altor componente hardware în PC, Windows vă permite să instalați tastaturi pentru care nu asigură suportul integrat, folosind driverele furnizate de producătorul tastaturii. Dacă tastatura pe care vreți să o instalați nu este cuprinsă în lista celor acceptate direct de Windows, executați clic pe butonul Have Disk și introduceți în unitate discheta sau CD-ul furnizat de producător. Specificați localizarea driverelor pe disc și terminați instalarea la fel ca pentru orice alt dispozitiv hardware.

### Conexiunile

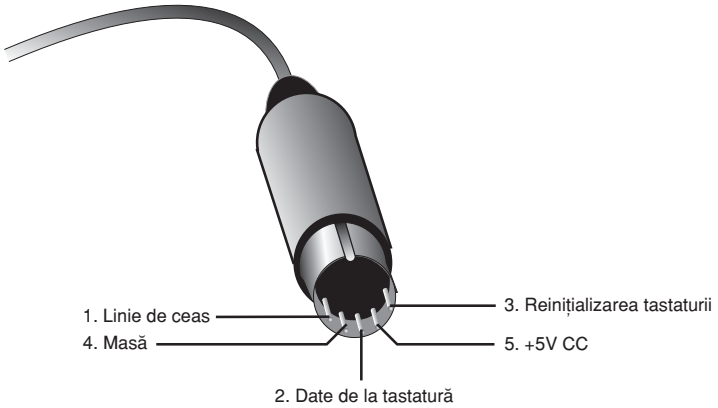
Folosirea codurilor de scanare și a transmiterii seriale simplifică schema de conectare a tastaturilor. Codurile de scanare sunt trimise serial de la tastatură către calculator, așa că este necesară o singură linie pentru transferarea informațiilor. Un al doilea conductor este necesar ca retur pentru semnalele de date; acest conductor are rolul de masă pentru ctoate celelalte circuite ale tastaturii. Pentru sincronizarea logicii din circuitele tastaturii cu logica din circuitele calculatorului, o linie separată este folosită pentru semnalul de ceas al tastaturii. A patra și ultima linie este folosită pentru furnizarea tensiunii continue de cinci volți, necesară pentru alimentarea tastaturii. Ca urmare, patru conductoare sunt suficiente pentru conectarea tastaturii la calculator.

Forma fizică sub care sunt întâlnite aceste semnale este conectorul de tastatură. Aproape toți producătorii de tastaturi și de PC-uri folosesc aceleași conectoare, unul dintre cele două tipuri lansate de IBM.

Cel mai popular conector de tastatură este cel ales de IBM pentru seria originală de calculatoare personale. Acest sistem se bazează pe un conector DIN[1] standard cu cinci pini, folosit și de alte echipamente, cum ar fi cablurile MIDI.

Cei cinci pini formează un semicerc care ocupă jumătate din conector. O adâncitură ștanțată în marginea metalică de protecție a conectorului asigură inserarea corectă a acestuia. Pinii conectorului sunt mai scurți decât marginea protectoare, așa că puteți să introduceți conectorul în mufa corespondentă și apoi să îl rotiți până când ajunge în poziția corectă. În această poziție conectorul va intra în mufă cu ușurință și fără ca pinii să se îndoaie. Figura 14.13 prezintă acest tip de conector și organizarea pinilor.

**FIGURA 14.13**
*Configurația pinilor și alocarea semnalelor pentru conectorul de tastatură PC.*




Veți avea o surpriză dacă încercați să identificați pinii conectorului. Organizarea acestora nu este cea la care vă așteptați. Pinii nu sunt dispuși în ordinea numerelor, ci într-o secvență neregulată, așa cum se poate vedea în figură.

Pinul 1 este alocat semnalului de ceas folosit pentru sincronizarea tastaturii cu PC-ul; pinul 2, pentru semnalele de date; pinul 4, pentru masă; pinul 5, pentru tensiunea de alimentare. Una dintre conexiunile furnizate de conectorul de tastatură – pinul trei – este alocată pentru transmiterea unui semnal de reinițializare a tastaturii, dar de obicei nu este folosită și conectarea acestui pin nu este obligatorie. Tabelul 14.4 prezintă configurația pinilor pentru conectorul de tastatură cu cinci pini.

**Tabelul 14.4** Configurația pinilor pentru conectorul de tastatură DIN cu 5 pini

| *Pin* | *Descriere* | *Direcție* |
|---|---|---|
| 1 | Ceas de tastatură | Intrare |
| 2 | Date de la tastatură | Intrare |
| 3 | Rezervat | Ieșire |
| 4 | Masă | - |
| 5 | +5V | Ieșire |

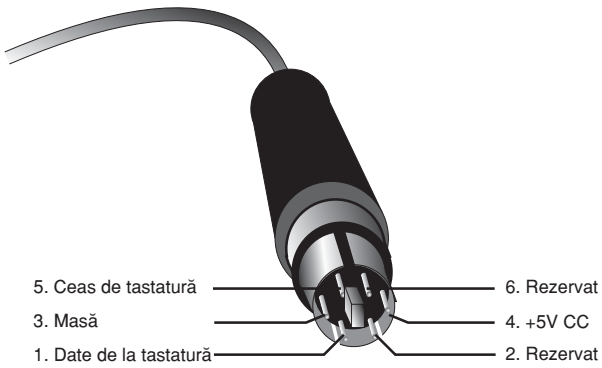
Primele tastaturi foloseau pinul trei pentru transmiterea unui semnal de reinițializare a tastaturii. În tastaturile moderne, semnalul de reinițializare nu este necesar, deoarece

1 Conector cu mai mulți pini, corespunzător specificației elaborate de organizația națională de standarde din Germania (Deutsche Industrie Norm). (n. trad.)

protocolul de tastatură include o comandă software de reinițializare. Semnalul de reinițializare era folosit de tastaturile cu 83 de taste de tip PC/XT și de unele tastaturi cu 84 de taste fabricate de IBM. În general, tastaturile cu 84 de taste fabricate de alți producători nu folosesc semnalul de reinițializare. Ca urmare, uneori apar probleme de incompatibilitate în cazul conectării unei tastaturi IBM la un alt sistem. De la apariția modelelor cu 101 și 104 taste, aceste probleme au dispărut.

Mulți producători respectă un alt standard pentru tastaturi, folosind conectoare DIN miniatură cu șase pini. Acest model este numit de obicei *stil PS/2*, deoarece a fost introdus de IBM în 1987 o dată cu calculatoarele PS/2. Cei șase pini sunt aranjați circular, în jurul unui pin dreptunghiular care, împreună cu trei ghidaje din marginea de protecție, împiedică inserarea greșită a conectorului. Ca și în cazul conectorului cu cinci pini, pinii sunt aranjați neregulat. Figura 14.14 prezintă conectorul DIN miniatură cu șase pini și organizarea semnalelor.

**FIGURA 14.14**
*Conectorul miniatură DIN cu șase pini.*




Cablarea conectorului DIN miniatură cu șase pini seamănă cu cea a conectorului cu cinci pini – semnalele sunt aceleași, dar sunt altfel aranjate. Și în acest caz, numai patru pini sunt importanți pentru tastatură: pinul unu este alocat pentru date, pinul trei pentru masă, pinul patru pentru semnalul de alimentare cu tensiune de cinci volți, pinul cinci pentru linia de ceas. Pinii doi și șase sunt rezervați, iar marginea de protecție este conectată la împământarea comună cu a șasiului. Tabelul 14.5 prezintă alocarea semnalelor pentru conectorul de tastatură tip PS/2.

**Tabelul 14.5** Configurația pinilor pentru conectorul de tastatură miniatură DIN cu 6 pini

| *Pin* | *Descriere* | *Direcție* |
|---|---|---|
| 1 | Date | Intrare |
| 2 | Rezervat | - |
| 3 | Masă | - |
| 4 | +5V | Ieșire |
| 5 | Ceas | Intrare |
| 6 | Rezervat | - |
| Ecran | Masă | - |

Deoarece conectoarele de tastatură cu cinci și șase pini folosesc aceleași semnale, dar aranjate diferit, un simplu adaptor poate asigura translatarea de la un tip de conector la

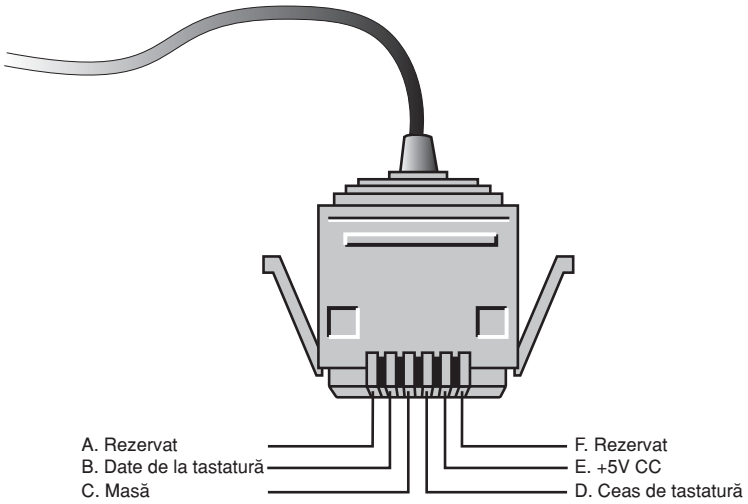
altul. Astfel de adaptoare sunt disponibile pe piața de componente pentru PC. Dacă aveți astfel de înclinații, puteți să construiți un adaptor folosind indicațiile de interconectare din Tabelul 14.6.

**Tabelul 14.6** Schema de cablare a adaptorului pentru conectorul de tastatură

| *Conector PC DIN cu 5 pini* | *Conector PS/2 mini-DIN cu șase pini* | *Funcție* |
|---|---|---|
| 1 | 5 | Ceas |
| 2 | 1 | Date |
| 3 | 2 | Rezervat |
| 4 | 3 | Masă |
| 5 | 4 | +5 volți |
| NC | 6 | Rezervat |

Pe lângă reproiectarea conexiunii pentru tastatură în partea dinspre PC pentru calculatoarele PS/2, IBM a modificat și tastatura în vederea acceptării unor cabluri diferite, făcând cablul detașabil. Datorită acestui model detașabil, repararea este mai simplă (prin înlocuirea cablului) și aceeași tastatură poate fi folosită pentru ambele standarde (cu cinci și cu șase pini). Pentru conexiunea dintre cablu și tastatură se folosește un conector modular (AMP) dispus în partea din spate a tastaturii, cu un conector corespunzător pe cablu, așa cum se poate vedea în Figura 14.15.

**FIGURA 14.15**
*Conectorul modular de tastatură și alocarea pinilor.*




Așa cum se poate vedea în figură, în acest conector modular semnalele sunt alocate astfel: A, rezervat; B, date de la tastatură; C, masă; D, ceas; E, cinci volți; F, rezervat. Privind către contactele aurite ale conectorului, numerotarea acestora se face în ordine alfabetică inversă, de la stânga la dreapta. Tabelul 14.7 prezintă alocarea semnalelor.

**Tabelul 14.7** Configurația pinilor pentru conectorul de tastatură modular

| *Pin* | *Descriere* | *Direcție* |
|---|---|---|
| A | Rezervat | - |
| B | Date | Intrare |

| *Pin* | *Descriere* | *Direcție* |
|---|---|---|
| C | Masă | - |
| D | Ceas | Ieșire |
| E | +5V | Intrare |
| F | Rezervat | - |
| Ecran | Masă | - |

### Portul USB

Pe măsură ce PC-urile vor trece la magistrala USB (*Universal Serial Bus*), tastaturile vor folosi această interfață de viteză mare. Primele tastaturi USB au fost prezentate încă din februarie 1996, dar lansarea acestora s-a dovedit a fi prematură. Chiar și în 1999, producătorii de PC-uri au preferat interfața convențională, deoarece este ieftină și fiabilă, în ciuda recomandărilor firmelor Intel și Microsoft de trecere la interfața USB. Totuși, pe măsură ce interfața se va maturiza, tastaturile USB vor deveni tot mai populare.

Deoarece este proiectată și dedicată ca interfață serială, și probabil va lega și alte dispozitive decât tastatura, interfața USB este prezentată într-un capitol separat, destinat interfețelor moderne, Capitolul 20, „Porturile periferice“.

Funcționarea internă a tastaturilor USB este invizibilă pentru PC. Acesta nu face decât să recepționeze pachetele primite prin portul USB. Orice pachet care conține date de la tastatură este trimis de driverul USB către driverul de tastatură al sistemului de operare. Apoi, sistemul de operare extrage datele din pachete ca să afle ce taste ați apăsat. Dacă PC-ul vrea să trimită date către tastatură, semnalează acest lucru driverului de tastatură, care generează codul comenzii și îl transmite către driverul USB, care îl direcționează către portul USB și către tastatură, ca pe orice alt pachet din circuitul USB.

Neajunsul acestui mod de operare este faptul că tastatura nu funcționează până când nu sunt încărcate sistemul de operare și driverul USB. Până în acest moment, driverul de tastatură nu are nici o cale prin care să recepționeze codurile generate de apăsarea tastelor. Aceasta nu ar fi o problemă, deoarece nici driverul de tastatură nu este încărcat decât o dată cu sistemul de operare. Dacă driverele USB și de tastatură nu funcționează, PC-ul are de rezolvat o problemă dacă trebuie să citească tastatura în timpul încărcării – de exemplu, ca să treacă printr-un meniu de configurare.

Acest neajuns este rezolvat de codul BIOS al PC-ului. Acesta reprezintă punctul de legătură între vechiul sistem de tastatură și cel nou.

## Dispozitivele de indicare

Pentru mulți oameni, tastatura este cea mai înfricoșătoare parte a calculatoarelor personale. Pentru aceștia, tastele par dinți pregătiți să îi muște de degete dacă încearcă să scrie ceva. Pentru cei mai mulți oameni, dactilografierea nu este ceva natural. Pentru deprinderea lucrului cu tastatura este nevoie de luni sau chiar ani de practică – la fel de binevenită ca și lecțiile de pian într-o după-amiază însorită, în care toți copiii din vecini se joacă.

În plus, tastatura nu este foarte potrivită atunci când vreți să indicați ceva pe ecran.

# Mouse-ul

O idee care a încercat să facă PC-urile mai accesibile a dus la inventarea mouse-ului. Ideea a fost pusă la punct de Douglas C. Engelbart, în timp ce lucra la Institutul de Cercetare din Stanford (Stanford Research Institute), între 1957 și 1977, și a devenit cunoscut ca dispozitiv de indicare în combinație cu o interfață grafică bazată pe meniuri, dezvoltată la laboratorul Palo Alto Research al corporației Xerox. Conceptul de bază era de a pune la dispoziția utilizatorului o modalitate prin care să indice calculatorului funcția pe care dorește să o execute, selectând o opțiune dintr-un meniu de comenzi afișat pe ecran. Utilizatorul indică o opțiune de meniu prin deplasarea fizică a unui dispozitiv de indicare, care determină deplasarea corespunzătoare pe ecran a unui cursor. Unul sau mai multe butoane ale dispozitivului permit utilizatorului să indice opțiunea pe care dorește să o selecteze din meniu.

Dispozitivul este destul de mic ca să încapă sub palma unei mâini, cu butonul sub un deget. Cablul de conectare la calculator, care se mișcă precum o coadă, și necesitatea de deplasare rapidă a dispozitivului pe suprafața mesei au dus la alegerea numelui: mouse (șoricel). Pentru întregul proces de deplasare a mouse-ului și de reprezentare a acestuia pe ecran se folosește termenul de „tragere a mouse-ului“.

Apple Computer, înțelegând necesitatea de a face calculatoarele mai accesibile prin simplificarea modului de utilizare a acestora, a încorporat în calculatoarele Macintosh cele mai bune idei dezvoltate la Palo Alto, inclusiv mouse-ul. IBM, orientat mai mult către performanță decât către ușurința de folosire, a integrat mouse-ul în configurația de bază abia o dată cu introducerea liniei de calculatoare Micro Channel PS/2, care includ un port special pentru mouse în circuitele plăcii de bază.

Mouse-urile pot fi diferențiate după patru criterii principale: tehnologia folosită, numărul de butoane, modalitatea de conectare la calculatorul gazdă și protocolul sau limbajul folosit pentru codarea informațiilor transmise către PC.

## Tehnologia

Ca traductor mecanic, un mouse trebuie să aibă posibilitatea de detectare a deplasării pe suprafața de lucru. Deși inginerii au la dispoziție un domeniu larg de tehnologii de detectare a poziției – ar putea chiar să folosească un sistem de poziționare globală prin satelit pentru determinarea pozițiilor absolute ale mouse-ului și detectarea modificărilor – nu au fost puse în practică decât două tehnici. Acestea sunt detectarea mecanică și detectarea optică. Aproape toate produsele actuale folosesc detectarea mecanică.

### Mouse-urile mecanice

Primul mouse a fost un model mecanic, bazat pe o mică bilă care ieșea în afară în partea de jos și se rotea atunci când mouse-ul era deplasat pe o suprafață. În interiorul mouse-ului o serie de comutatoare detectau mișcarea și transmiteau direcția de rotație a bilei către calculatorul gazdă.

Deși bila este liberă să se rotească în orice direcție, sunt detectate numai patru direcții, corespunzătoare celor două axe ale unui sistem de coordonate bidimensional. Deplasarea în oricare dintre cele patru sensuri este cuantificată (în sutimi de inci) și transmisă către sistemul gazdă ca semnal discret pentru fiecare pas al deplasării.

Un mouse mecanic funcționează pe aproape orice suprafață. În general, bila care se rotește are suprafața acoperită cu un compus pe bază de cauciuc, cu aderență bună chiar și pe suprafețele netede. De fapt, puteți să întoarceți mouse-ul cu fața în sus și să rotiți bila cu degetele – deși s-ar putea să vă fie mai greu să apăsați butoanele.

Pe de altă parte, pentru folosirea unui mouse aveți nevoie de o suprafață liberă, și nu pe toate birourile există suficient spațiu pentru deplasarea corespunzătoare a mouse-ului. (Desigur, dacă nu aveți o altă soluție, puteți să plimbați mouse-ul pe cămașă sau pe pantaloni, dar probabil veți arăta cam ciudat.) În plus, părțile mecanice se pot defecta. Un mouse mecanic tinde să strângă mizeria și scamele de pe masă, ceea ce poate împiedica funcționarea corectă. Curățați regulat mouse-ul, chiar dacă credeți că biroul dumneavoastră este perfect curat.

În interiorul mouse-ului, bila acționează doi senzori perpendiculari. Acești senzori, prin rotire, generează impulsuri electrice, iar mouse-ul trimite aceste impulsuri către PC. Prin numărarea impulsurilor pe fiecare direcție, calculatorul poate să determine deplasarea mouse-ului.

Senzorii pot să folosească diferite tehnologii. De exemplu, pe suprafața roții poate fi codat un model alternativ de puncte negre și albe (sau transparente și opace), iar mișcarea să fie sesizată de un fotodetector. De asemenea, senzorii pot folosi tehnologii electromagnetice, detectând trecerea unui model construit pe baza unui material magnetic.

**Mouse-urile optice**

Singura soluție practică de înlocuire a mouse-ului mecanic este mouse-ul pur optic. În locul unei bile care se rotește, mouse-ul optic folosește un fascicul de lumină pentru a detecta deplasarea pe o suprafață pe care este desenat un anumit model. Neavând elemente în mișcare, mouse-ul optic nu este afectat de murdărie și se strică mai greu.

Un mouse optic tipic folosește două perechi de LED-uri și fotodetectoare, dispuse perpendicular una față de cealaltă. Suprafața suportului (pad) pe care se deplasează mouse-ul este acoperită cu o folie de plastic pe care sunt desenate două grile suprapuse (albastru și galben, de obicei). Fiecare pereche LED-fotodetector sesizează deplasarea într-o direcție pe una dintre axele grilei. Partea de jos a mouse-ului este acoperită cu un material moale, care permite alunecarea ușoară pe suprafața de plastic a suportului.

Cel mai mare dezavantaj al mouse-ului optic este faptul că are nevoie de un suport special, pentru care trebuie găsit un loc pe birou. Suportul poate să se murdărească, să se strice sau să se piardă. În zilele umede, îmbrăcămintea de plastic a suportului se poate lipi de piele și se poate desfolia. Din aceste motive, plus altele, mouse-ul bazat pe tehnologia pur optică nu a reușit să câștige prea mult teren.

## Butoanele

În forma cea mai pură, mouse-ul are un singur buton. Deplasarea mouse-ului determină poziția cursorului pe ecran, dar selectarea unui element se face numai atunci când butonul este apăsat, astfel încât să nu fie selectate în mod accidental și alte elemente peste care trece cursorul mouse-ului.

Un singur buton înseamnă modelul cel mai puțin complex și minimul necesar pentru executarea funcțiilor mouse-ului. Lucrul cu calculatorul se reduce la apăsarea unui buton. Meniuri create cu grijă permit controlarea tuturor funcțiilor unui calculator cu un singur buton. Sistemele Apple Macintosh folosesc acest tip de mouse cu un singur buton.

Totuși, două butoane oferă mai multă flexibilitate. De exemplu, un buton poate fi folosit pentru comanda „Execută“, iar al doilea pentru comanda „Anulează“. Într-un program de desenare, unul dintre butoane poate să coboare creionul pe foaie pentru desenarea liniilor, în timp ce al doilea poate să îl ridice de pe foaie.

Desigur, cu trei butoane este și mai bine. Programatorul are și mai multă flexibilitate. Poate că patru butoane ar fi și mai bine – dar o dată ce numărul de butoane crește, mouse-ul începe

să semene tot mai mult cu o tastatură. Acesta devine un instrument mai complex, cu o curbă de învățare mai riguroasă. Un număr prea mare de butoane este contraproductiv.

Trei butoane sunt limita practică, deoarece sunt disponibile trei poziții pentru index, mijlociu și inelar, în timp ce degetul mare și degetul mic țin mouse-ul. Cele mai multe aplicații folosesc numai unul sau două butoane, și cele mai des întâlnite mouse-uri au numai două butoane. Nu este nici o problemă dacă mouse-ul are trei butoane – acesta poate face tot ce poate face și un mouse cu două butoane, și chiar mai mult, dar cele mai multe aplicații nu folosesc al treilea buton. Un driver bun de mouse vă permite să programați funcția celui de-al treilea buton (precum și a celorlalte două butoane) astfel încât să îl puteți folosi în orice scop doriți.

## Interfețele

Pentru comunicarea cu calculatorul, mouse-ul trebuie să fie conectat cumva la acesta. Există trei modalități de conectare a mouse-ului la PC: printr-un port serial, un port de mouse dedicat sau un adaptor special, instalat într-un slot de extindere. În funcție de interfața folosită, mouse-urile pot fi seriale, de magistrală și brevetate.

### Mouse-urile seriale

Cele mai multe mouse-uri se conectează la un port disponibil pe toate calculatoarele – portul serial standard. Numit mouse serial, acest tip de mouse transmite codurile de deplasare către portul serial. Driverele software folosite pentru operarea mouse-ului oferă acestuia prioritate prin generarea unei întreruperi de fiecare dată când la portul serial este disponibil un cod de deplasare. Driverul transmite apoi acest cod programului care deține controlul.

În general, mouse-ul nu suprasolicită portul serial. Mouse-ul operează cu o viteză de comunicare redusă, 1200 de biți pe secundă, și se adaptează la orice port disponibil. Totuși, deoarece fiecare mișcare a mouse-ului generează o întrerupere de la portul serial, dacă sistemul are mai mult de două porturi seriale trebuie să aveți grijă la alocarea portului serial. Deoarece porturile seriale 1 și 4 (numite COM1 și COM4 sub DOS) folosesc în comun întreruperea 4, iar porturile seriale 2 și 3 (COM2 și COM3) folosesc în comun întreruperea trei, un mouse poate intra în conflict cu oricare alt dispozitiv conectat la un port care folosește aceeași întrerupere. Întotdeauna este cel mai bine să conectați mouse-ul la un port serial care folosește o întrerupere nepartajată (de exemplu, COM1 dacă sistemul are trei porturi seriale). În acest fel, evitați surprize care pot duce la blocarea calculatorului.

### Mouse-urile de magistrală

O altă cale de evitare a conflictelor este să renunțați la folosirea porturilor seriale. Uneori această cale este obligatorie – de exemplu, atunci când calculatorul are numai două porturi seriale și aveți deja un modem și un plotter conectate la acestea. Soluția este să atașați mouse-ul la un adaptor special, instalat într-un slot de extensie. Un astfel de mouse funcționează la fel ca un mouse serial, dar folosește un port dedicat.

În cele mai multe cazuri, aceste porturi seriale respectă standardul RS-232 și operează la fel ca porturile seriale, dar nu sunt accesibile direct din DOS, deoarece sistemul de operare nu cunoaște adresele de intrare/ieșire alocate portului. În rest, un mouse de magistrală este identic cu orice alt mouse. Poate să folosească tehnologii optice sau mecanice și poate avea orice număr de butoane.

Dacă aveți un port serial liber, probabil doriți să cumpărați un mouse serial, deoarece nu mai trebuie să plătiți și pentru placa de adaptare. Totuși, dacă aveți prea puține porturi seriale, este mai bine să folosiți un mouse de magistrală.

### Mouse-urile brevetate

Unele PC-uri, cum ar fi seria PS/2 și calculatoarele Compaq, au porturi de mouse integrate. Aceste porturi simplifică mult problema mouse-ului. Conectați mouse-ul la portul de mouse, fără nici o grijă privind conflictele de întreruperi sau ocuparea unui port serial. De fapt, aceste porturi de mouse sunt conexiuni la magistrală integrate în circuitele PC-urilor. (Unele calculatoare compatibile folosesc un adaptor instalat într-un slot de extensie. IBM a integrat aceste circuite direct pe placa de bază.)

Din punctul de vedere al performanțelor, tipul de mouse folosit are foarte puțină importanță. Toate cele trei tipuri de interfață sunt echivalente cu o conexiune serială. Principalul factor la alegerea unui tip de conexiune este reprezentat de resursele de care dispune calculatorul dumneavoastră.

Evident, aveți nevoie de un port serial dacă vreți să conectați un mouse care folosește un astfel de port. Dacă aveți un port serial liber, mouse-ul serial este cea mai ieftină soluție de adăugare la sistem a unui dispozitiv de indicare.

Totuși, cei mai mulți utilizatori au alte proiecte pentru porturile seriale și nu doresc să le ocupe cu cablul mouse-ului. O soluție este mouse-ul de magistrală. Adaptorul gazdă al mouse-ului de magistrală nu folosește un port COM și nu partajează una dintre întreruperile destinate porturilor seriale, partajare care cauzează deseori probleme cu comunicațiile prin modem. Singurele probleme în cazul unui mouse de magistrală sunt existența unui slot de extensie liber pentru instalarea adaptorului și costul componentelor hardware suplimentare. Un mouse de magistrală și un mouse serial funcționează exact în același fel. Alegerea mouse-ului nu afectează în nici un fel programele rulate.

Dacă sistemul are un port de mouse separat, sunteți obligat să folosiți un mouse brevetat. Deși în acest caz sursele de achiziționare sunt mai limitate (și, ca urmare, produsele sunt mai scumpe) un mouse brevetat este cel mai ușor de instalat.

### Mouse-urile USB

La fel ca toate echipamentele periferice, mouse-ul migrează (deși încet) către conexiunea USB. Ca și alte dispozitive USB, mouse-urile transmit datele pe care le generează – informații despre poziție și despre butoanele apăsate – sub forma unor pachete seriale, înlănțuite prin driverele USB și de mouse pentru prelucrare și executare.

Conexiunea USB nu modifică funcționarea mouse-ului. Principalul efect, cel puțin până acum, constă în creșterea prețului. Pe termen lung, ar trebui să elimine conflictele legate de întreruperi și să simplifice fabricarea PC-urilor.

## Driverele

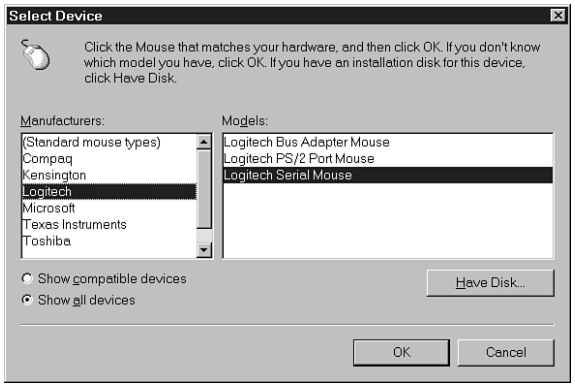
Mouse-ul transformă mișcarea mecanică într-un cod digital care poate fi prelucrat și analizat de PC. Singura problemă este codul folosit de mouse. Un cod standard ar permite programatorilor să scrie produse care ar folosi mai bine avantajele oferite de mouse. De fapt, un cod standard pentru mouse este atât de necesar, încât au apărut deja patru standarde distincte, numite protocoale de mouse. Aceste standarde au fost dezvoltate de patru dintre cei mai importanți producători de mouse-uri și fiecare poartă numele firmei care l-a creat. Acestea sunt: Microsoft, Mouse Systems Corporation (numită pentru o perioadă MSC Corporation), Logitech și IBM Corporation. Primele trei protocoale au fost destinate produselor fabricate de companiile respective. Protocolul IBM a fost lansat o dată cu seria de calculatoare PS/2, care erau echipate cu o mufă jack pentru conectarea mouse-ului.

În practică, nu aveți nevoie de detalii despre aceste protocoale. Nu trebuie să știți decât că există și că sunt diferite. Protocolul folosit de mouse trebuie să corespundă cu cel folosit de aplicații.

În prezent, cel mai răspândit este protocolul de mouse Microsoft, dar unii producători de mouse-uri își îmbunătățesc produsele prin metode proprii, de exemplu oferind unele caracteristici programabile. Pentru a beneficia de aceste avantaje trebuie să folosiți protocolul brevetat corespunzător. Selectați acest protocol la instalarea mouse-ului. În condiții normale, Windows recunoaște automat mouse-ul conectat la calculator și instalează driverul folosit de acesta.

Noul mouse poate fi instalat și manual. Windows vă oferă cel puțin două metode pentru această instalare. Puteți să selectați pictograma Add New Hardware din Control Panel, apoi să selectați opțiunea de instalare a unui mouse. De asemenea, puteți să selectați pictograma Mouse din Control Panel, să selectați eticheta General, apoi să executați clic pe butonul Change. În ambele cazuri, aveți posibilitatea să alegeți unul dintre produsele pentru care Microsoft oferă drivere integrate sau să furnizați driverul brevetat de pe dischetă.

**FIGURA 14.16**
*Alegerea unui mouse pentru care există drivere incluse în Windows.*

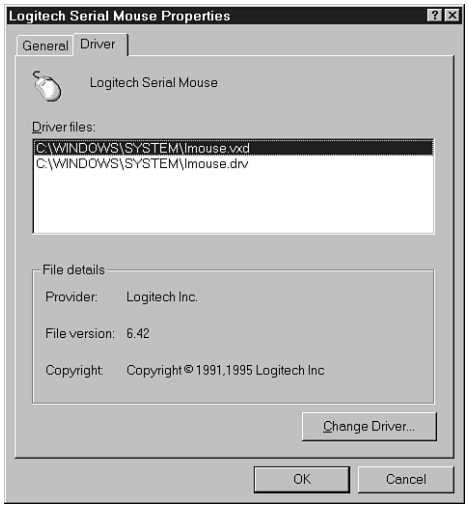



Pentru selectarea unui driver integrat, executați clic pe butonul radio Show All Devices (Afișează toate dispozitivele). Selectați apoi un producător și un produs, așa cum se poate vedea în Figura 14.16.

Dacă aveți dubii, rețineți că majoritatea mouse-urilor disponibile în prezent pot să emuleze protocolul de mouse Microsoft. Cele care asigură această emulare pot să înlocuiască direct un mouse Microsoft. Pentru celelalte trebuie să folosiți drivere corespunzătoare.

Dacă vreți să vedeți ce drivere sunt instalate pentru un anumit mouse, trebuie să folosiți gestionarul de dispozitive din Windows (Device Manager). Selectați pictograma System din Control Panel, apoi executați clic pe eticheta Device Manager. Ar trebui să vedeți în listă pictograma unui mouse. Dacă executați clic pe semnul plus din dreptul acestei pictograme, veți vedea ce mouse a fost instalat. Evidențiați un mouse, apoi executați clic pe butonul Properties. Dacă vreți să vedeți driverele folosite, executați clic pe eticheta Driver din caseta de dialog Mouse Properties, așa cum se poate vedea în Figura 14.17.

**FIGURA 14.17**
*Pagina Driver a ferestrei Mouse Properties.*



Veți vedea, probabil, două drivere. Unul este driverul în mod real (numele de fișier cu extensia .DRV) și al doilea este driverul în mod protejat (cu extensia .VXD). Din această fereastră puteți să schimbați driverul – pentru instalarea unei versiuni mai noi, de exemplu – executând clic pe butonul Change Driver.

## Rezoluția

Evaluarea unui mouse se face uneori în funcție de rezoluție – numărul de pași pe inci (Counts Per Inch sau CPI). Atunci când este deplasat, un mouse trimite un semnal prin care indică fiecare pas al deplasării ca o singură valoare. Numărul de semnale transmise de mouse în urma deplasării pe o distanță de un inci reprezintă valoarea CPI.

Cu cât valoarea CPI este mai mare, cu atât sunt mai fine mișcările pe care mouse-ul le poate detecta. Dacă driverul de mouse nu asigură o compensare corectă, rezoluția mai mare are un efect ciudat. Rezoluția mai mare se traduce printr-o deplasare mai rapidă a cursorului pe ecran, deoarece poziția cursorului este controlată de numărul de semnale primite de la mouse, nu de distanța reală pe care este mișcat acesta. Ca urmare, o rezoluție mai mare are ca rezultat un mouse mai rapid, nu un mouse mai precis.

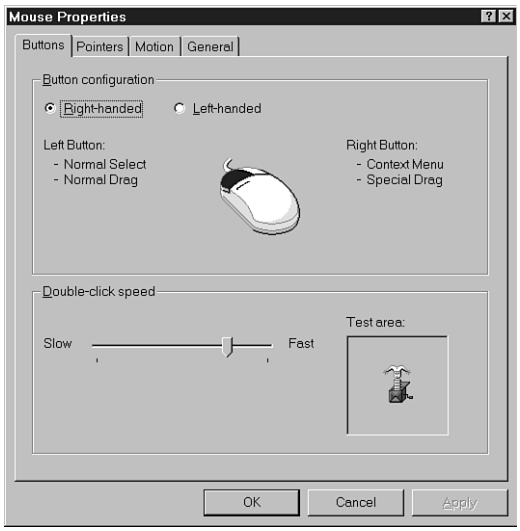
Adevărata limită a preciziei de poziționare a cursorului este dată de mâna utilizatorului. Dacă vreți să poziționați mai precis mouse-ul, puteți să compensați limitele umane prin folosirea unei rezoluții mai mici. Deoarece pentru mișcarea cursorului pe ecran trebuie să deplasați mouse-ul pe o distanță mai mare, o rezoluție mai mică vă permite să mutați cursorul exact acolo unde doriți.

## Personalizarea

Windows are nevoie de un dispozitiv de indicare de un tip oarecare, iar mouse-ul este opțiunea preferată. Această cerință este însoțită de un anumit grad de flexibilitate. Windows vă permite să adaptați modul de operare al mouse-ului la stilul propriu de lucru.

Fereastra Mouse Properties, pe care puteți să o activați executând clic pe pictograma Mouse din Control Panel, vă permite să configurați butoanele, cursoarele care apar pe ecran și viteza de deplasare a acestora.

**FIGURA 14.18**
*Pagina Buttons a ferestrei Mouse Properties din Windows.*




Pagina Buttons, ilustrată în Figura 14.18, vă permite să optați pentru operarea mouse-ului cu mâna stângă sau cu mâna dreaptă. Cele două butoane radio schimbă între ele funcțiile butoanelor din stânga și din dreapta ale mouse-ului. În mod prestabilit, este selectată operarea cu mâna dreaptă. În plus, în această pagină puteți să ajustați viteza cu care trebuie să executați două clicuri succesive pentru ca acestea să fie recunoscute ca dublu clic. Trageți cursorul din partea stângă

până când obțineți rezultate corespunzătoare atunci când executați dublu clic în zona de test din partea dreaptă a ecranului.

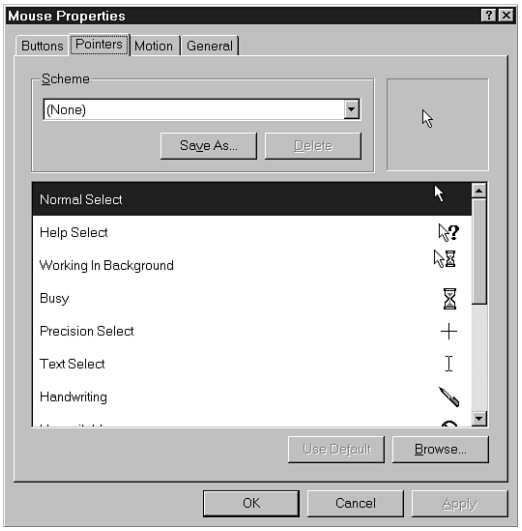



**FIGURA 14.19**
*Alegerea altor forme de cursoare din fereastra Mouse Properties.*

Pagina Pointers vă permite să selectați cursoarele afișate pe ecran (numite *indicatoare* de cei de la Microsoft) pentru a reflecta poziția mouse-ului. Sub Windows, forma cursorului se modifică astfel încât să reflecte modul de operare al mouse-ului. Puteți să schimbați aceste cursoare după preferințe, folosind caseta de dialog Mouse Properties, prezentată în Figura 14.19. Totuși, înainte de a putea să schimbați aceste cursoare, trebuie să optați pentru cursoarele suplimentare la instalarea sistemului de operare sau să obțineți cursoare suplimentare din alte surse. Diferitele scheme de afișare incluse în pachetul Microsoft Plus! Utilities conțin mai multe seturi de cursoare. De asemenea, puteți găsi diferite cursoare în Internet.

Ultima pagină de personalizare, Motion, vă permite să modificați viteza de actualizare a cursorului pe ecran. Selectarea unei viteze mai mari înseamnă un răspuns mai rapid al cursorului la mișcarea mouse-ului. În unele cazuri, cum ar fi folosirea unei PC notebook cu ecran LCD cu contrast scăzut, viteza mare de actualizare face cursorul greu de urmărit. Un cursor mai lent poate fi localizat vizual mai ușor.

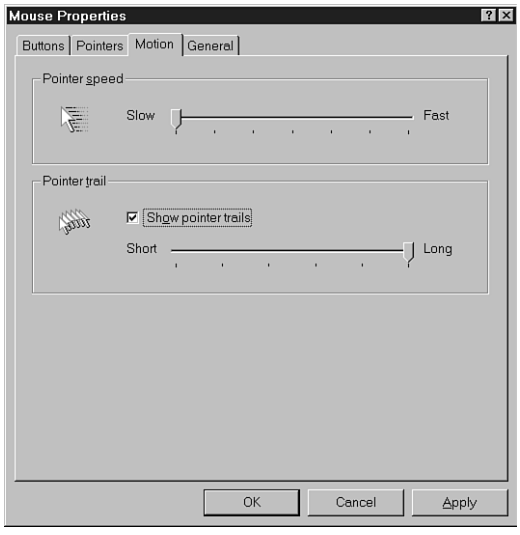



**FIGURA 14.20**
*Stabilirea unei persistențe mari a trenei cursorului sub Windows.*

Tot în această pagină puteți să activați și *trena cursorului*, ceea ce înseamnă că în urma cursorului, aflat în mișcare, sunt păstrate pentru o perioadă scurtă imagini ale acestuia. Aceste trene fac mai evidentă mișcarea mouse-ului, mai ales pe ecranele LCD. Dacă aveți probleme privind localizarea cursorului atunci când lucrați cu un calculator portabil, încercați să activați trena cursorului, stabilind o persistență relativ mare, așa cum se poate vedea în Figura 14.20.

## Lucrul fără mouse

Un mouse (sau un dispozitiv de indicare de acest tip) este cerut în prezent de sistemele de operare grafice, precum Windows 98 sau Windows NT. Toate specificațiile actuale pentru calculatoare impun existența unui mouse sau a altui dispozitiv de indicare în configurația de bază. Cu toate acestea, puteți să folosiți un PC și fără ajutorul unui mouse. De exemplu, sistemele de operare din familia Windows includ comenzi de tastatură care dublează toate funcțiile mouse-ului. Aceste funcții sunt mai puțin intuitive, dar vă permit navigarea în sistemul de operare.

Multe aplicații nu sunt la fel de permisive. Funcțiile acestora impun existența unui mouse. Fără un dispozitiv de indicare, s-ar putea să fiți obligat să vă uitați la un ecran asupra căruia nu aveți nici un control.

Windows oferă o funcție, numită MouseKeys, care vă permite să executați operații de tipul celor executate cu mouse-ul numai cu ajutorul tastaturii. După ce activați funcția MouseKeys, tastele din blocul numeric suplinesc controlul cursorului. Apăsarea unei taste numerice (exceptând 0 și 5) determină deplasarea cursorului în direcția respectivă. Pentru deplasarea cu pași mai mari, țineți apăsată tasta Ctrl în timp ce apăsați o tastă numerică. Apăsarea tastei Shift crește precizia, limitând mișcarea cursorului la un singur pixel cu fiecare apăsare de tastă.

Alte taste îndeplinesc funcțiile butoanelor mouse-ului. Pentru un singur clic, apăsați tasta 5; pentru dublu clic, apăsați tasta plus (+) din blocul numeric. Tasta slash (/) și semnul minus (-) preiau funcțiile butoanelor din stânga și din dreapta, iar apăsarea tastei asterisc (*) este echivalentă cu apăsarea simultană a ambelor butoane.

Pentru tragerea unui obiect folosind funcția MouseKeys, poziționați mai întâi cursorul pe obiectul respectiv. Apăsați tasta Ins. În continuare obiectul se va deplasa o dată cu cursorul mouse-ului. Pentru plasarea obiectului, apăsați tasta Del. Tabelul 14.8 prezintă funcțiile tastelor atunci când este activă funcția MouseKeys.

**Tabelul 14.8** Definirea tastelor pentru funcția MouseKeys

| *Tastă* | *Funcție (numai pentru tastele din blocul numeric)* |
|---|---|
| 1 | Deplasează cursorul mouse-ului la stânga și în jos |
| 2 | Deplasează cursorul mouse-ului în jos |
| 3 | Deplasează cursorul mouse-ului la dreapta și în jos |
| 4 | Deplasează cursorul mouse-ului la stânga |
| 5 | Clic cu butonul din stânga al mouse-ului |
| 6 | Deplasează cursorul mouse-ului la dreapta |
| 7 | Deplasează cursorul mouse-ului la stânga și în sus |
| 8 | Deplasează cursorul mouse-ului în sus |
| 9 | Deplasează cursorul mouse-ului la dreapta și în sus |
| Ctrl | Mărește pasul de deplasare a cursorului |
| Shift | Mărește precizia de deplasare a cursorului |
| + | Dublu clic cu butonul din stânga al mouse-ului |

*continuare*

**Tabelul 14.8** Continuare

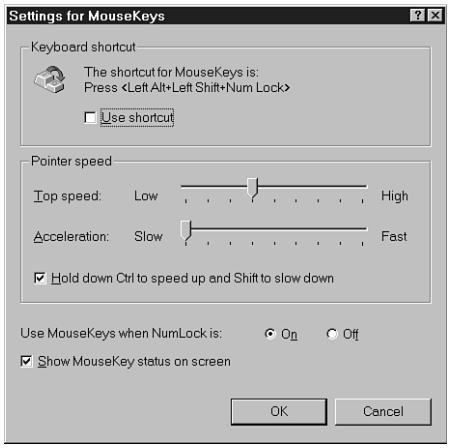
| *Tastă* | *Funcție (numai pentru tastele din blocul numeric)* |
|---|---|
| Ins | Inițiază tragerea unui obiect |
| Del | Plasează obiectul tras |
| / | Butonul din stânga al mouse-ului |
| - | Butonul din dreapta al mouse-ului |
| * | Ambele butoane ale mouse-ului |

**FIGURA 14.21**
*Fereastra de control a funcției MouseKeys sub Windows.*

MouseKeys este o opțiune de accesibilitate. După configurare, puteți să o activați sau să o dezactivați în mai multe moduri – din meniu, cu ajutorul combinațiilor de taste sau cu tasta Num Lock. Pentru configurarea inițială a funcției MouseKeys trebuie să folosiți panoul de control (Control Panel). Selectați pictograma Accessibility Options din Control Panel, apoi executați clic pe eticheta Mouse. Veți vedea o fereastră precum cea prezentată în Figura 14.21.

Pentru activarea funcției MouseKeys, trebuie să executați clic în caseta de validare Use MouseKeys. Apoi puteți să configurați operarea funcției. De exemplu, puteți să modificați viteza de lucru sau să alegeți o scurtătură pentru activarea sau dezactivarea funcției MouseKeys.

**FIGURA 14.22**
*Opțiuni pentru configurarea funcției MouseKeys sub Windows.*




Dacă executați clic pe butonul Settings, va fi afișată o fereastră precum cea din Figura 14.22.

Diferitele opțiuni pentru configurarea funcției MouseKeys sunt destul de simple. Executați clic în caseta Use Shortcut ca să permiteți activarea și dezactivarea funcției MouseKeys prin combinații de taste. Ajustați poziția glisoarelor ca să modificați viteza de deplasare a cursorului în urma apăsării tastelor folosite de MouseKeys. Folosiți butoanele radio din partea de jos a ferestrei ca să

partajați tastele din blocul numeric între funcția MouseKeys și funcțiile normale de deplasare a cursorului sau funcțiile numerice.

## Trackball-uri[1]

La fel ca șoricelul de la care a fost împrumutat numele, mouse-ul unui calculator are nevoie de spațiu în care să se miște fără să ajungă nicăieri. Un mouse nu poate sta pe loc, deoarece trebuie să se miște prin însăși natura sa – mișcarea este chiar modul de folosire.

Problema este că mulți utilizatori nu au destul spațiu pentru un astfel de dispozitiv. Birourile acestora sunt prea aglomerate, iar când călătoresc cu un calculator portabil „uită“ să-și ia și o masă în compartimentul de tren. În legătură cu mouse-ul se pun și probleme mai subtile. Deplasarea mouse-ului implică mișcări greoaie, inutile și obositoare ale mâinilor. Mouse-ul este ineficient și epuizant.

Principalul înlocuitor al mouse-ului, trackball-ul, elimină aceste probleme. Fiind, în esență, un mouse întors cu fața în sus, trackball-ul este, în mare măsură, ceea ce sugerează și numele – o bilă, deseori de dimensiuni mai mari, care, atunci când este rotită, determină cursorul de pe ecran să îi urmărească mișcările. Bila se rotește pe loc și nu are nevoie de un spațiu mai mare decât baza dispozitivului – câțiva inci pătrați. Există modele portabile, proiectate astfel încât să poată fi atașate calculatoarelor laptop sau notebook, mărind dimensiunile acestora doar cu câțiva centimetri.

### Butoanele

Ca și mouse-ul, trackball-ul are butoane prin care indicați poziționarea cursorului în locul dorit. Cele mai multe trackball-uri au două sau trei butoane acționate prin apăsare, cu aceleași funcții de selecție ca și butoanele mouse-ului. Deși unele modele au patru butoane, acestea funcționează ca două perechi în oglindă, astfel încât dispozitivul să poată fi folosit cu orice mână.

Nu există o poziție standard a butoanelor, deoarece nu există un consens privind modul de operare a unui trackball. Unele sunt proiectate astfel încât bila să fie rotită cu degetul mare. Altele sunt construite pentru a fi acționate cu celelalte degete. Modelul ales depinde de modul dumneavoastră preferat de lucru.

O companie care produce trackball-uri acționate cu degetul mare susține că pentru acesta controlul mușchilor este mai bun decât pentru celelalte degete. O companie concurentă, care produce trackball-uri controlate de celelalte degete, susține că acestea sunt mai agile decât degetul mare și permit rotirea mai precisă a bilei. Alți producători, poate mai înțelepți, nu iau partea nimănui și fabrică trackball-uri care pot fi operate la fel cu orice deget.

### Dimensiunea bilei

Alte opțiuni de proiectare a trackball-urilor sunt dimensiunea bilei și modul în care aceasta este ținută în interiorul mecanismului. Unele produse au dimensiuni egale cu cele ale diferitelor bile de biliard. La început, bilele mai mari erau considerate mai bune, dar dimensiunile mai mici devin tot mai populare în urma folosirii acestora pentru calculatoarele portabile. (De fapt, cel mai important motiv pentru alegerea unor bile mari este sursa de bile de rezervă de pe mesele de biliard.)

---

1 În traducere, „bilă de urmărire“, dar termenul a intrat deja ca atare în limbajul utilizatorilor de calculatoare. (n. trad.)

Deoarece nu s-a făcut nici un studiu privind superioritatea unei anumite dimensiuni, cel mai bine este să alegeți un trackball care se potrivește cel mai bine cu modul dumneavoastră de lucru – sau să-l alegeți pe cel deja atașat la PC.

Ca și bila mouse-ului mecanic, trackball-ul atrage mizeria. Deși trackball-ul nu se rotește pe masă, pe bilă se adună praf din aer și grăsimi de pe degete. O bilă ușor de demontat poate fi curățată repede și ușor. Multor modele le lipsește această posibilitate, de care este bine să țineți seama dacă vreți să folosiți acest dispozitiv un timp mai îndelungat.

## Manevrarea

Cele mai multe mouse-uri sunt simetrice. Deși mouse-urile cu două sau trei butoane definesc diferit funcțiile butoanelor din stânga și din dreapta, de obicei puteți să inversați rolurile butoanelor, astfel încât să folosiți mouse-ul cu stânga sau cu dreapta, dacă este important cu ce deget acționați un anumit buton.

Trackball-urile sunt, uneori, nesimetrice. Acesta poate fi un lucru bun. Un trackball asimetric este mai ușor de acționat cu mâna pentru care a fost proiectat, stânga sau dreapta. Dar trebuie să știți foarte bine ce vreți să cumpărați – un trackball pentru mâna dreaptă sau pentru mâna stângă. Mâna cu care folosiți bila nu este întotdeauna mâna cu care scrieți. Unii stângaci preferă să acționeze bila cu mâna dreaptă (sau invers). Ca urmare, un trackball proiectat pentru mâna dreaptă nu este întotdeauna cea mai bună opțiune pentru o persoană care scrie cu mâna dreaptă. Înainte de a cumpăra un trackball proiectat pentru o singură mână, gândiți-vă ce mână preferați să folosiți. Dacă vreți să folosiți alternativ ambele mâini, nu cumpărați un trackball proiectat special pentru o singură mână.

## Interfețele

Pentru comunicarea cu programele, trackball-ul, ca și mouse-ul, trebuie să trimită către PC informații de poziționare. Deoarece prima dată a apărut mouse-ul și au fost puse la punct protocoale funcționale pentru acesta, producătorii de trackball-uri au adoptat diferitele protocoale standard existente. Ca urmare, cele mai multe trackball-uri imită mouse-ul Microsoft și folosesc exact același protocol. Alte trackball-uri sunt proiectate pentru înlocuirea directă a unui mouse PS/2, așa că folosesc protocolul de mouse IBM.

Ca și în cazul unui mouse, protocolul folosit de un trackball trebuie să fie acceptat de PC și de programele rulate pe acesta. Totuși, în afara problemelor de compatibilitate, nu trebuie să vă faceți alte griji privind protocoalele folosite de trackball-uri.

## Rezoluția

Evaluarea unui trackball, ca și a unui mouse, se face uneori în funcție de rezoluție – numărul de pași pe inci (Counts Per Inch sau CPI). Aceste valori nu indică întotdeauna precizia de poziționare. Un număr mai mare de pași pe inci poate să facă funcționarea bilei mai puțin precisă. Un trackball cu rezoluție mare deplasează cursorul pe ecran pe o distanță mai mare pentru fiecare grad cu care este rotită bila. O valoare CPI mare are ca rezultat deplasarea mai rapidă a cursorului pe ecran, dar reduce controlul asupra poziției cursorului. O valoare CPI mai mică înseamnă că trebuie să rotiți bila mai mult ca să mutați cursorul, dar controlul este mai precis.

Cei mai mulți producători vă oferă în prezent mai multe opțiuni pentru rezoluția efectivă a trackball-urilor, astfel încât aveți posibilitatea să le configurați conform modului propriu de lucru. În plus, cele mai multe trackball-uri actuale folosesc operarea balistică, în care mișcarea bilei este convertită în deplasări ale cursorului de pe ecran în funcție de viteza de rotire a bilei. În acest mod de lucru, poziționarea se poate face rapid și fără să se piardă

precizia. Singura problemă este obișnuirea cu acest mod de lucru neliniar, în care viteza de rotire a bilei are uneori un efect mai mare decât unghiul de rotire.

Spre deosebire de alte dispozitive periferice, nu se poate spune în mod obiectiv că un trackball este mai bun decât altul. Utilizarea oricărui tip de trackball este un talent dobândit, precum neurochirurgia, pianul și coafura. Orice apreciere este subiectivă și alegerea celui mai bun trackball pentru un anumit utilizator ține de preferințele și experiența acestuia.

## Trackball-uri fără bilă

În căutarea neîncetată a unui dispozitiv optim de indicare pentru calculatoarele portabile, proiectanții au pus în practică o serie de idei care fie nu au avut succes, fie nu au avut încă timp să câștige piața. Două dintre cele mai promițătoare sunt dispozitivele Isopoint și maneta indicatoare (pointing stick).

Inventat de Craig Culver, dispozitivul Isopoint funcționează ca un trackball care folosește o bară cilindrică în locul bilei. Proiectat pentru a fi plasat imediat sub bara de spațiu, dispozitivul Isopoint are o poziție ideală pentru manevrarea cu unul dintre degetele mari. Pentru deplasarea verticală a cursorului, rotiți cilindrul dispozitivului ca și cum ar fi un trackball unidimensional. Pentru deplasarea cursorului la stânga sau la dreapta, apăsați cilindrul dispozitivului în direcția corespunzătoare. Acesta este susținut de arcuri și forța de apăsare determină viteza cu care se deplasează cursorul. Pentru acțiunea echivalentă unui clic cu mouse-ul, apăsați cilindrul. Pe oricare parte a cilindrului pot fi dispuse comutatoare auxiliare care să preia funcțiile celorlalte butoane ale mouse-ului.

Tehnologia care stă la baza dispozitivului Isopoint nu este revoluționară – folosește comutatoare și codoare, la fel ca mouse-ul sau trackball-ul. Geniale sunt forma și poziția. Ușor de găsit și de folosit, dispozitivul se află chiar sub degetul mare și nu ocupă foarte mult spațiu. Spre deosebire de trackball-urile adăugate la calculatoarele portabile, pentru manevrarea dispozitivelor Isopoint nu este nevoie să luați degetele de pe rândul de bază al tastaturii. Dezavantajul acestui produs, ca la orice idee revoluționară, este noutatea.

Maneta indicatoare – numită Trackball II[1] în cazul PC-urilor notebook produse de IBM – a fost pusă la punct de Ted Selker și Joseph D. Rutledge la Centrul de Cercetare Thomas J. Watson al firmei IBM (Thomas J. Watson Research Center) și a fost folosită pentru prima dată la calculatoarele notebook IBM. În principiu, acest dispozitiv este un joystick miniaturizat, dispus între literele „G“ și „H“ de pe tastatura convențională. Maneta indicatoare se ridică cu numai doi milimetri deasupra tastelor. Datorită poziției în care se află, aceasta poate fi manevrată cu oricare dintre degetele arătătoare, în timp ce celelalte degete rămân pe rândul de bază al tastaturii. Deoarece în timpul operării normale degetele nu ar trebui să depășească niciodată linia de despărțire dintre literele G și H, dispozitivul de indicare nu împiedică dactilografierea normală. Funcțiile de selecție echivalente cu cele ale butoanelor mouse-ului sunt îndeplinite de două taste dispuse în partea de jos a tastaturii, lângă bara de spațiu.

Spre deosebire de joystick, maneta indicatoare nu se mișcă. Aceasta reacționează la apăsare. IBM consideră că succesul acestui dispozitiv este asigurat de algoritmul folosit pentru determinarea vitezei de deplasare a cursorului pe ecran. În general, viteza de deplasare a cursorului este proporțională cu forța cu care este apăsată maneta – până la o viteză maximă care corespunde posibilităților de urmărire a mișcării cursorului (determinate prin experimentări cu factori umani în laboratoarele Watson).

---

1 Nume care nu are nici un sens, deoarece acest dispozitiv nu conține nici o bilă. (n. trad.)

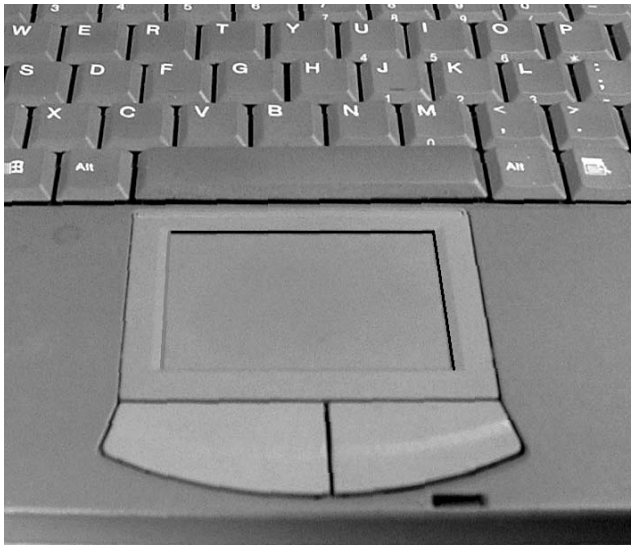
## Dispozitivele TouchPad

Pe durata dezvoltării, calculatoarele notebook au folosit diverse dispozitive de indicare. Pentru unele au fost încercate trackball-uri integrate. Poziția acestora a fost determinată de capriciile proiectantului – uneori în colțul ecranului, alteori sub blocul de taste. În orice caz, bilele erau mici (deoarece trebuiau să fie potrivite pentru un sistem portabil), iar un trackball corect poziționat era o raritate.

Hewlett-Packard a pus la punct un mouse legat în partea dreaptă a sistemului. Sistemul detecta mișcările mouse-ului prin legătura subțire, plată, așa că mișcările mouse-ului erau înregistrate chiar dacă îl țineați în aer. Dezavantajul era faptul că aveați nevoie de spațiu, în aer sau pe birou – o cerință mai greu de îndeplinit într-un avion aglomerat.

Industria sistemelor notebook avea nevoie de o soluție mai bună pentru indicare, iar acesta s-a dovedit a fi dispozitivul TouchPad. (Numele este marcă înregistrată a firmei Synaptics Corporation.) Aproape de la sine, TouchPad a devenit cel mai popular dispozitiv de indicare pentru sistemele notebook. Aceasta nu înseamnă că dispozitivul TouchPad era chiar atât de bun, ci doar că alte soluții erau mai rele. Figura 14.23 prezintă un dispozitiv TouchPad.

**FIGURA 14.23**
*Un dispozitiv TouchPad pe un PC notebook.*



Un dispozitiv TouchPad detectează poziția degetului pe panou prin detectarea capacității electrice a degetului. Degetul atrage o mică sarcină electrică, care determină apariția unui mic curent prin circuitele dispozitivului. Partea electronică a dispozitivului detectează curentul de pe două laturi ale panoului, așa că poziția degetului este stabilită precis în două dimensiuni. Urmărind schimbările de curent, poate să determine mișcarea degetului pe panou.

Din punct de vedere mecanic, baza dispozitivului TouchPad este o placă cu circuite imprimate. Pe partea de deasupra a plăcii este gravat un model de linii conductoare, cu rolul de senzori. Partea de jos a plăcii conține componentele electronice care fac să funcționeze dispozitivul. Partea de deasupra este acoperită de un strat protector de Mylar, care oferă o suprafață netedă pentru alunecarea degetului. Modelele curente pot distinge 1000 de puncte/inci (40 de puncte/mm).

TouchPad este, inerent, un detector pentru poziția absolută. Circuitele electronice ale panoului convertesc informațiile despre poziția absolută în mișcări relative asemănătoare cu ale mouse-ului, care pot fi trimise către PC printr-un protocol standard de mouse.

Dispozitivele TouchPad pot fi complet izolate de orice tip de contaminare, așa că reprezintă o soluție excelentă pentru dispozitivele de indicare ale sistemelor care trebuie să opereze în medii ostile. Pe de altă parte, dispozitivele TouchPad practice trebuie să fie suficient de mari ca să înregistreze convenabil deplasarea degetului. Aceasta înseamnă că ocupă spațiu din suprafața PC-ului notebook. Cei mai mulți producători de sisteme notebook folosesc spațiul obținut suplimentar datorită acestei cerințe pentru a vă oferi un loc în care să vă odihniți mâinile sub tastatură și ca spațiu suplimentar pentru componentele din interior.

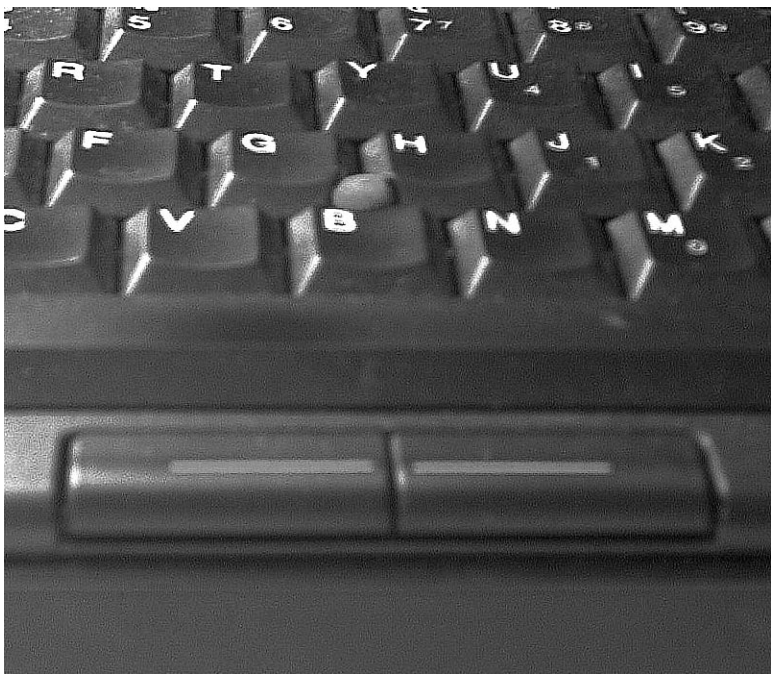
Producătorii de PC-uri au la dispoziție mai multe dimensiuni pentru dispozitivele TouchPad. În mod obișnuit, suprafața activă a panoului măsoară 62 pe 46,5 mm, deși sunt disponibile și versiuni mai mari (90,6 pe 72,1 mm) și mai mici (55,9 pe 32,9 mm).

Cei mai mulți producători plasează panoul TouchPad chiar sub bara de spațiu a tastaturii. Această poziție vă permite să folosiți degetele mari ca să deplasați cursorul mouse-ului, fără să luați mâinile de pe rândul de bază al tastaturii – un aspect important dacă folosiți PC-ul pentru dactilografierea cu viteză mare. Înălțimea și sensibilitatea panourilor TouchPad pot fi diferite de la un sistem la altul. Deși sunt subtile, diferențele afectează ușurința în folosire a dispozitivelor. Dacă înălțimea panoului TouchPad este necorespunzătoare pentru metoda de dactilografiere pe care o folosiți, puteți să mișcați sau să activați din greșeală cursorul mouse-ului. Este bine să încercați tastatura și panoul TouchPad al unui PC portabil înainte de a vă hotărî să îl cumpărați.

## Dispozitivele TrackPoint

Inventat de IBM, care a înregistrat numele ca marcă și a omologat tehnologia, sistemul TrackPoint inserează un buton de cauciuc între colțurile de jos ale tastelor G și H. Figura 14.24 prezintă poziția dispozitivului TrackPoint.

**FIGURA 14.24**
*Un dispozitiv TrackPoint în mediul de instalare.*



Butonul – care, de obicei, poate fi schimbat dacă se uzează – este conectat mecanic cu o pereche de senzori de presiune bazați pe circuite semiconductoare, montați perpendicular unul pe celălalt. Atunci când apăsați dintr-o parte dispozitivul TrackPoint, acesta detectează presiunea, chiar dacă butonul nu se mișcă. Circuitele electronice și driverul software convertesc datele despre presiune în indicații privind mișcarea relativă. Cu cât apăsați mai tare, cu atât este mai puternic semnalul generat de senzorul de presiune și cu atât mai repede este deplasat cursorul mouse-ului de către PC. Cei doi senzori vă pun la dispoziție două axe de control, corespunzând deplasării mouse-ului de-a lungul axelor X și Y.

Sistemul TrackPoint are câteva avantaje. Poziția acestuia vă permite să deplasați cursorul mouse-ului fără să luați mâinile de pe rândul de bază al tastaturii. Este bazat în totalitate pe circuite semiconductoare și este complet închis, așa că, la fel ca dispozitivele TouchPad, este rezistent la condițiile de mediu. Nu are componente în mișcare care se pot uza – cu excepția calotei de cauciuc, care poate fi înlocuită cu ușurință. Dezavantajul este că mulți oameni nu consideră naturală utilizarea acestui dispozitiv, cel puțin până când se obișnuiesc.

## Joystick-urile și paletele

Mouse-urile nu sunt foarte potrivite pentru jocuri și alte aplicații. Deplasarea unui mouse este o activitate relativ lentă, cel puțin în lumea PC-urilor. Jocurile impun acțiune rapidă, reacții imediate în locul răspunsurilor măsurate pe care puteți să le dați cu ajutorul mouse-ului. În plus, jocurile se bazează mai mult pe poziția absolută decât pe localizarea relativă pentru care a fost proiectat mouse-ul. Ca urmare, pentru jocuri este nevoie de un alt dispozitiv de indicare, care să suporte reacțiile instantanee și chiar exagerările implicate de acestea și care să interpreteze răspunsurile independent, nu pe baza mișcărilor anterioare. Dispozitivul de intrare care corespunde acestor cerințe și care a fost preferat pentru cele mai multe jocuri – cel puțin până la apariția tehnologiei 3D și a realității virtuale – este numit *joystick*.

O combinație între o manșă de accelerare și una de direcționare, joystick-ul este un senzor bidimensional care indică o poziție absolută. Aceasta înseamnă că un joystick identifică poziția într-un plan – stânga-dreapta și înainte-înapoi. Poziția indicată de joystick este absolută, raportată la un punct de referință de pe ecran, spre deosebire de indicațiile transmise de mouse, care sunt poziții relative la mișcările anterioare. Cu alte cuvinte, un joystick indică o poziție, în timp ce un mouse indică o deplasare.

O *paletă* (paddle) este o rudă mai săracă a joystick-ului, lipsindu-i jumătate din proprietățile acestuia. În timp ce un joystick indică poziția în două dimensiuni, paleta specifică poziția într-o singură dimensiune. În loc să indice poziția pe un plan, aceasta specifică poziția pe o linie. Totuși, la fel ca în cazul joystick-ului, poziția indicată este absolută, fiind raportată la un punct fix de pe ecran.

### Tehnologia

Joystick-ul indică poziția prin valorile unor rezistențe, o valoare pentru poziția pe axa x și o valoare pentru poziția pe axa y. Atunci când mișcați joystick-ul, deplasați cursoarele unor rezistoare variabile dispuse perpendicular unul față de celălalt, schimbând valoarea rezistenței acestora. Întregul domeniu de modificare a rezistenței este de la 0 la 100.000 de ohmi.

PC-ul sesizează rezistența generată de poziția joystick-ului ca o tensiune electrică. Tensiunea se modifică liniar în urma mișcării joystick-ului. Ca urmare, intrările de la portul de jocuri sunt semnale analogice. Portul de jocuri convertește fiecare semnal analogic în impulsuri digitale a căror durată este direct proporțională cu valoarea

rezistenței din senzorul joystick-ului. Măsurând lungimea acestor impulsuri, PC-ul poate să determine poziția joystick-ului.

Fiecare joystick sau paletă are și un buton. Apăsarea acestui buton închide un circuit, funcționând ca un comutator.

## Interfața

În schema de conectare a calculatoarelor personale, joystick-ul este legat la PC printr-un adaptor special, numit *port pentru jocuri* (game port). Deși acesta este numit uneori port pentru joystick, poate fi folosit și pentru conectarea paletelor. Portul pentru jocuri permite atașarea a unul sau două joystick-uri, folosind un conector mamă D cu 15 pini, precum cel prezentat în Figura 14.25.

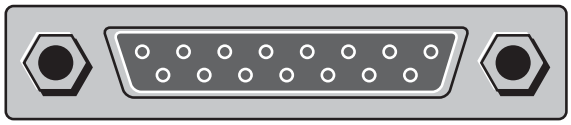


**FIGURA 14.25**
*Conectorul mamă D cu 15 pini folosit pentru portul de jocuri.*

La același port de jocuri, puteți să conectați patru palete. Portul de jocuri are o intrare pentru fiecare joystick, determinând starea comutatorului acestuia (închis sau deschis). Tabelul 14.9 prezintă funcțiile celor 15 pini ai portului standard de jocuri, în cazul folosirii acestuia pentru joystick-uri sau palete.

**Tabelul 14.9** Definirea pinilor pentru portul de jocuri

| *Pin* | *Nume* | *Funcție pentru joystick* | *Funcție pentru paletă* |
|---|---|---|---|
| 1 | +5 V cc | Joystick A – alimentare comună coordonate | Paleta A – alimentare coordonate |
| 2 | Buton 4 | Joystick A – semnal buton | Paleta A – semnal buton |
| 3 | Poziție 0 | Joystick A – rezistență coordonate x | Paleta A – rezistență coordonate |
| 4 | Masă | Joystick A – retur buton | Paleta A – retur buton |
| 5 | Masă | Nefolosit | Paleta B – retur buton |
| 6 | Poziție 1 | Joystick A – rezistență coordonate y | Paleta B – rezistență coordonate |
| 7 | Buton 5 | Nefolosit | Paleta B – semnal buton |
| 8 | +5 V cc | Nefolosit | Paleta B – alimentare coordonate |
| 9 | +5 V cc | Joystick B – alimentare comună coordonate | Paleta C – alimentare coordonate |
| 10 | Buton 6 | Joystick B – semnal buton | Paleta C – semnal buton |
| 11 | Poziție 2 | Joystick B – rezistența coordonate x | Paleta C – rezistență coordonate |
| 12 | Masă | Joystick B – retur buton | Paleta C/D – retur buton |
| 13 | Poziție 3 | Joystick B – rezistență coordonate y | Paleta D – rezistență coordonate |
| 14 | Buton 7 | Nefolosit | Paleta D – semnal buton |
| 15 | +5 V cc | Nefolosit | Paleta D – alimentare coordonate |

Pentru un port de jocuri, determinarea acțiunilor efectuate asupra joystick-ului este o problemă de măsurare a duratelor. Calculatorul verifică interactiv poziția joystick-ului și

starea comutatorului prin trimiterea unei instrucțiuni OUT către portul de jocuri, la adresa 0201(Hex). Această instrucțiune marchează începutul impulsurilor de sincronizare. Primii patru biți ai ieșirii portului 0201(Hex) au valoarea 1 la începutul impulsului de sincronizare și păstrează această valoare pentru o perioadă corespunzătoare rezistenței asociate poziției joystick-ului. Următorii patru biți ai portului indică starea comutatoarelor asociate.

Dacă sunteți interesat de detalii, lungimea minimă a acestui impuls este de 24,2 microsecunde. Fiecare ohm din valoarea rezistenței mărește impulsul cu 0,011 microsecunde, așa că la rezistența maximă lungimea impulsului este de 1124,2 microsecunde.

# Capitolul 15
# Dispozitivele grafice

*Dispozitivele grafice sunt echipamente periferice speciale care vă permit să transformați imagini vizibile într-o formă digitală care poate fi prelucrată și publicată de PC. În sens strict, acestea sunt dispozitive de intrare, dar diferă fundamental de celelalte dispozitive de intrare prin faptul că nu controlează PC-ul, ci furnizează acestuia informații vizuale în vederea prelucrării. Principalele dispozitive grafice folosite în sistemele PC moderne sunt scannerele și aparatele foto digitale.*

Cele mai importante aspecte de care trebuie să țineți seama la alegerea unui scanner

| *Caracteristică* | *Pe scurt* |
|---|---|
| Rezoluție optică | Calitatea elementului de scanare dintr-un scanner determină cel mai mic detaliu care poate fi captat. Scannerele de nivel scăzut încep de la 300 dpi; scannerele bune oferă 1200 dpi. Pentru operațiile grafice serioase și pentru prelucrarea fotografiilor (scannere pentru folii transparente) sunt necesare rezoluții și mai mari. |
| Rezoluție interpolată | Programele pentru scannere pot simula rezoluții mai mari prin adăugarea matematică a unor puncte între cele scanate efectiv. Nu faceți interpolarea decât după scanare, deoarece imaginile interpolate ocupă mai mult spațiu, dar nu conțin informații suplimentare. Nu vă lăsați înșelat de valorile mari ale rezoluțiilor interpolate – puteți să interpolați 9600 dpi dintr-o fotografie de ziar. |
| Biți de culoare | Cu cât sunt folosiți mai mulți biți de culoare, cu atât imaginea este mai reală, iar scannerul are un spațiu de manevră mai mare pentru imaginile marginale. Nivelul de intrare începe la 30 de biți; 36 de biți reprezintă curentul principal. Unele scannere de calitate înaltă promit acum 48 de biți de culoare. |
| Model | Scannerele cu pat pot fi folosite pentru obiecte 3D și pentru orice poate fi așezat pe panoul de sticlă, deci sunt ideale pentru grafică, dar scannerele cu tambur sunt mai rapide la scanarea paginilor de text. Scannerele manuale, acum mai rare, vă permit să introduceți text într-un calculator portabil. |
| Interfață | Interfața paralelă este ieftină, dar lentă; SCSI este cea mai rapidă, dar și cea mai scumpă; USB este undeva între cele două. După primele scanări, viteza va deveni importantă, așa că este de dorit să plătiți diferența pentru interfața SCSI. |

Cele mai importante aspecte de care trebuie să țineți seama la alegerea unui aparat foto digital

| *Caracteristică* | *Pe scurt* |
|---|---|
| Rezoluție | Stabilește claritatea imaginii dar, mai important, determină cât de mare poate fi imaginea tipărită înainte de a începe să arate ca și cum ați tipărit-o prea mare. Un megapixel (în mare, 1280x1024) este suficient pentru publicarea în Internet și pentru instantanee, dar aveți nevoie de doi megapixeli pentru operații de calitate. |

| *Caracteristică* | *Pe scurt* |
|---|---|
| Adâncimea culorii | Mai mulți biți pentru culoare vă oferă un domeniu mai mare de lucru (la fel ca lățimea filmului). Primele aparate foto digitale și cele ieftine începeau de la culori pe 24 de biți, dar aparatele mai bune oferă un domeniu de 36 de biți. |
| Zoom | Zoom-ul optic vă oferă imagini mai apropiate și mai multă flexibilitate în compunerea imaginilor. Aparatele foto digitale bune încep cu un zoom de 3x. Zoom-ul digital interpolează imaginea – o face mai mare, dar nu adaugă informații sau calitate. |
| Interfață | Este de dorit să aveți o interfață mai rapidă pentru descărcarea imaginilor din aparatul foto pe PC. Primele aparate foloseau porturi seriale – ceea ce înseamnă viteză mică. Modelele mai bune folosesc porturi USB sau FireWire, mai rapide. Asigurați-vă că PC-ul dumneavoastră are un port corespunzător. |
| Format de stocare | Micile cartele SmartMedia sau CompactFlash vă oferă spații de stocare de ordinul megaocteților, pentru zeci de imagini – cu cât mai mult, cu atât mai bine. Unele aparate folosesc dischete, care simplifică transferarea imaginilor pe PC, dar oferă o capacitate mică de stocare. |

Dumneavoastră și PC-ul trăiți în lumi diferite. Dumneavoastră trăiți într-o lume vizuală, în care văzul este simțul principal, o lume a culorilor, formelor și frumuseții (sau cel puțin așa sperați). PC-ul există într-o lume digitală, unde totul înseamnă date – numere, caractere sau, reduse la forma fundamentală, impulsuri electrice. Pentru aducerea laolaltă a celor două lumi este nevoie de mai mult decât o navă spațială și o frânghie, suficiente ca să deplasați planetele Venus și Marte. Aveți nevoie de un translator, un echipament care să poată conversa atât prin intermediul imaginilor, cât și al electricității. Aveți nevoie de un dispozitiv de intrare grafic. Mai precis, aveți nevoie de un scanner sau de un aparat foto digital.

Un scanner poate converti orice imagine de pe hârtie – sau de pe o altă suprafață suficient de plană – într-o formă electronică acceptată de calculator. Punct cu punct, un scanner poate reproduce fotografii, desene formate din linii și chiar colaje cu detalii mai fine decât pot fi reproduse de imprimanta laser. Mai mult, dacă instalați pe calculator un program de recunoaștere optică a caracterelor, textele citite de scanner ca imagini pot fi convertite în fișiere ASCII pentru un procesor de texte, o bază de date sau un sistem de editare a publicațiilor. Așa cum calculatorul personal v-a deschis o fereastră către o nouă lume a informațiilor, scannerul deschide PC-ului o fereastră către lumea datelor și imaginilor.

Aparatul foto digital captează ceea ce vedeți în lumea reală. Captează o imagine nu numai a obiectelor tridimensionale, ci și a întregii scene, în întreaga ei splendoare. Așa cum sugerează și numele, aparatul foto digital este echivalentul informatic al vechiului Kodak, dar produce fișiere în loc de filme. Captează instantaneu imaginile – cu sau fără blitz – și nu necesită alte operații de prelucrare decât cele pe care puteți să le efectuați cu programele de editare fotografică. Probabil este unul dintre cele mai dorite echipamente periferice pentru PC-uri, deoarece nu este doar un instrument util, ci și o jucărie interesantă care poate face mai atractivă o zi de lucru în fața calculatorului.

## Scannere

Ideea care stă la baza scannerelor este elementară. Acesta detectează diferențele de strălucire a unei imagini sau a unui obiect, folosind o matrice de senzori optici. În cele mai multe cazuri, scannerul folosește o matrice liniară de asemenea senzori, de obicei

dispozitive cu cuplaj de sarcină[1], de ordinul sutelor pe fiecare inci, întinse pe o bandă îngustă pe toată lățimea celei mai mari imagini care poate fi scanată. Lățimea fiecărui element de scanare determină cea mai fină rezoluție a scannerului la citirea unei singure linii. Cu cât fiecare element de scanare este mai îngust și cu cât acestea sunt mai apropiate, cu atât rezoluția este mai mare și detaliile citite sunt mai fine.

Acest rând de senzori înregistrează, la un moment dat, o singură linie îngustă a imaginii. Circuitele din interiorul scannerului citesc unul câte unul fiecare senzor și creează un șir de date seriale, care reprezintă strălucirea fiecărui punct de pe linia de scanare. După ce scannerul a colectat și a aranjat datele pentru fiecare punct al liniei, senzorii trec la următoarea linie care trebuie citită.

## Tipuri

Diferența fundamentală de proiectare dintre scannere este dată de modul în care sunt deplasați senzorii în raport cu imaginea scanată. Linia de senzori trebuie să aibă posibilitatea de a trece cu mare precizie peste întreaga suprafață a imaginii scanate. Aproape toate scannerele impun deplasarea mecanică a senzorilor peste imagine, deși câteva scannere cu rezoluție mai mică folosesc tehnologii video. Pentru citirea imaginii într-un scanner mecanic sunt folosite două strategii. Prima dintre acestea cere ca senzorii să se deplaseze peste imaginea originală; a doua deplasează imaginea originală în fața unor senzori imobili. În cazul unui scanner video, nu se mișcă nimic, cu excepția unui fascicul de electroni.

### Scannerele cu tambur

Deși, după nume, ar părea un echipament de verificare a instrumentelor muzicale, *scannerul cu tambur* (drum scanner) este specializat în captarea imaginilor de pe hârtie. Scannerul operează invers față de o presă tipografică. Alimentați scannerul cu hârtia pe care se află imaginea pe care vreți să o scanați, iar hârtia este înfășurată pe un tambur care se rotește și trece imaginea prin dreptul unui șir de senzori imobili din interiorul echipamentului.

Primele scannere, inventate cu mult înaintea PC-ului, foloseau modelul cu tambur. Tehnologia de scanare pe tambur a stat la baza primelor echipamente pentru facsimile și, chiar mai demult, a făcut posibilă transmiterea imaginilor și a permis jurnaliștilor să folosească aceleași fire de telegraf pentru transferarea textelor și a imaginilor.

Tamburul mobil al scannerului permite senzorului de imagine să urmărească linie cu linie pagina scanată. Pe măsură ce este scanată fiecare linie, circuitele electronice ale scannerului avansează hârtia cu înălțimea unei linii scanate. Această deplasare determină înălțimea fiecărei linii și rezoluția verticală a scannerului. Dimensiunea senzorului de imagine determină rezoluția orizontală.

Modelul cu tambur a condus la prelucrarea documentelor. Mecanismul pune în mișcare hârtia scanată, așa că adăugarea unui alimentator pentru hârtie a fost destul de simplă. Datorită proiectării pentru scanarea paginilor tipărite, scannerele cu tambur sunt numite uneori *scannere de pagină*.

Scannerele cu tambur au prețuri moderate și dimensiuni reduse, deoarece mecanismele sunt destul de simple. Totuși, acest mecanism impune o restricție – nu pot fi scanate decât imagini pe suport subțire și flexibil. În general, aceasta înseamnă hârtie normală. Cărțile (cel puțin cât sunt legate) și obiectele solide nu respectă această cerință. Nu sunt acceptate decât coli cu anumite dimensiuni. Deși această restricție nu este un dezavantaj

1 Charged coupled devices sau CCD, dispozitive care transformă un semnal luminos în semnal electric. (n. trad.)

pentru aplicațiile de recunoaștere optică a caracterelor, poate să devină frustrantă atunci când vreți să extrageți o imagine de pe o foaie mai mare, fără să recurgeți mai întâi la foarfece sau la un fotocopiator.

## Scannerele cu pat

*Scannerele cu pat* (flatbed scanners) abordează problema din celălalt sens și deplasează senzorii, în loc să deplaseze hârtia sau imaginea. Acest tip de scanner și-a căpătat numele de la suprafața plată de sticlă pe care plasați cu fața în jos obiectul pe care vreți să îl scanați. Senzorii de scanare sunt montați pe o bară care se deplasează sub sticlă, pe sub întreaga imagine. Suprafața de sticlă permite senzorilor să vadă imaginea.

Scannerele cu pat au mecanisme de precizie care deplasează senzorii cu pași mici, fiecare pas reprezentând o singură linie de scanare. Deplasarea mecanismului, atent controlată de circuitele electronice ale scannerului, determină înălțimea fiecărei linii (și, ca urmare, rezoluția scannerului pe direcția respectivă).

Scannerele cu pat seamănă cu copiatoarele, în sensul că puteți scana orice poate fi întins pe suprafața de sticlă – cărți, reviste, secțiuni de afișe și chiar părți anatomice, dacă vă atunci când deveniți plin de imaginație, plictisit sau beat. Desigur, imaginea scanată nu poate fi mai mare decât suprafața de lucru a scannerului.

În trecut, dezavantajul scannerelor cu pat era prețul. Producătorii au rafinat tehnologia folosită pentru scannerele cu pat, astfel încât prețurile acestora sunt comparabile cu ale altor tipuri, iar unele produse se numără printre cele mai ieftine scannere disponibile. Deși mașinile ieftine oferă calitate mai slabă, imaginile rezultate sunt foarte potrivite pentru aplicațiile obișnuite.

## Scannerele manuale

*Scannerele manuale* (hand scanners) folosesc forța umană pentru deplasarea senzorilor peste imagine. Țineți scannerul, care are forma literei T, în palmă și îl deplasați peste imaginea pe care vreți să o scanați. Rândul de senzori citește imaginea printr-o fereastră de plastic din partea de jos a scannerului.

Scannerele manuale trebuie să compenseze imprecizia mâinii umane. Dacă deplasați mâna cu o viteză diferită de cea pentru care este proiectat scannerul, liniile scanate vor fi prea late sau prea înguste, ceea ce are ca rezultat distorsionarea imaginii. În cel mai bun caz, va fi afectat raportul între dimensiunile imaginii; în cel mai rău caz, imaginea va arăta precum Atlanticul sub influența unui taifun. Pentru evitarea unor asemenea dezastre, scannerele manuale folosesc un mecanism de reacție care urmărește poziția imaginii. Cele mai multe au o rolă care este presată pe imagine și determină viteza de deplasare a scannerului. Viteza cu care se mișcă rola furnizează circuitelor electronice ale scannerului reacția inversă necesară pentru stabilirea vitezei de scanare. Folosind această informație, programul de scanare poate să stabilească poziția corectă a fiecărui punct citit.

Deoarece elimină părțile cele mai scumpe ale multor scannere – mecanismul de precizie care deplasează hârtia sau senzorul, scannerele manuale ar trebui să fie mai ieftine. În realitate, avantajul este neglijabil. De fapt, unele scannere cu pat de nivel scăzut sunt mai ieftine decât scannerele manuale tipice. Dar tehnologia scannerelor manuale păstrează un avantaj unic: sunt compacte și ușor de transportat. Puteți să conectați un scanner manual la un PC notebook, să transportați întregul sistem până la prima bibliotecă și să scanați cărți de colecție. De asemenea, scannerele manuale pot fi mai rapide, deoarece puteți să parcurgeți rapid imagini mici, în loc să așteptați până când un alt tip de scanner

parcurge o foaie întreagă. Scannerele manuale pot fi folosite și pentru scanarea unor obiecte cu neregularități sau a unor obiecte tridimensionale. De exemplu, multe scannere manuale pot fi folosite pentru paginile unui atlas deschis sau ale unui roman cu caractere gotice – deși puține dau rezultate bune în cazul unui glob sau al unui pepene.

Pe de altă parte, dimensiunea mică a scannerului manual înseamnă că la o singură trecere a acestuia nu poate fi acoperită o imagine mai lată de aproximativ patru inci. Deși această lățime este suficientă pentru o coloană de text și cele mai multe scannere oferă modalități de lipire a fâșiilor de imagini scanate, benzile înguste fac greoaie scanarea imaginilor de dimensiuni mari. Cu toate acestea, deoarece un scanner manual nu este limitat de mecanismul de scanare, puteți să scanați suprafețe oricât de lungi – de obicei limitate doar de programul de scanare folosit.

Scanarea manuală este o operație asemănătoare cu dactilografierea – presupune o îndemânare dobândită. Pentru folosirea eficientă a unui scanner manual, trebuie să exersați până când vă obișnuiți să deplasați scannerul uniform și cu viteza corespunzătoare, ceea ce înseamnă foarte încet pentru obținerea unor rezoluții mari.

### Scannerele video

Un *scanner video* este echivalentul electronic al unui copiator fotografic. Scannerul video folosește o cameră video obișnuită pentru captarea imaginii. Cele mai multe scannere video au camera montată permanent pe un stativ, sub care se află un suport pe care se pune imaginea de scanat. Suportul poate fi iluminat din spate, pentru a permite scanarea negativelor și filmelor transparente, sau poate fi o suprafață plată pentru foi de hârtie sau chiar obiecte tridimensionale.

Scannerele video elimină toate problemele și impreciziile modelelor mecanice. Această tehnologie poate atinge cea mai mare precizie. Totuși, scannerele video oferă de obicei calitatea cea mai slabă. La fel ca o cameră video, scannerele video au nevoie de un element CCD pentru fiecare pixel scanat, iar matricele de elemente CCD bidimensionale au numai câteva sute de mii de pixeli. Deoarece scannerele video folosesc aceleași matrice CCD ca și camerele video, rezoluția este aceeași, măsurată nu în puncte pe inci, ci în pixeli pe dimensiunea totală a imaginii. Aceste scannere sunt bune pentru fotografii și ilustrații de catalog, dar nu și pentru scanări de înaltă calitate.

### Scannerele pentru diapozitive

*Scannerele pentru diapozitive* (slide scanners) nu folosesc o tehnologie specială, ci sunt o implementare specială a scannerelor cu pat sau a tehnologiei video. Un scanner cu pat pentru diapozitive este optimizat pentru cerințele scanării cu rezoluție foarte mare a filmelor sau negativelor fotografice, dar se bazează pe un mecanism modificat de scanner cu pat. Este nevoie de un control mai precis, datorită dimensiunii mai mici a suprafeței scanate. Un scanner video pentru diapozitive prezintă aceleași limitări ca orice scanner video – în principal rezoluția scăzută – dar vă oferă o posibilitate ieftină de scanare a imaginilor fotografice de pe filme și negative.

## Caracteristici

În afara mecanismului de bază, scannerele sunt diferențiate și prin caracteristici. Printre acestea se numără posibilitatea de producere a imaginilor color, viteza de scanare, domeniul dinamic, rezoluția și posibilitatea de recunoaștere a caracterelor de text, transformându-le în caractere, nu în imagini. În plus, unele scannere oferă opțiuni de instalare, precum alimentarea automată cu foi și adaptoare pentru folii transparente.

## Scannerele color și cele monocrome

Distincția de bază între scannere este aceeași ca și în cazul televizoarelor – color sau monocrome. Și, la fel ca la televizoare, distincția se face între minimul necesar pentru a obține o imagine și ceea ce ați vrea de fapt. Un scanner color poate îndeplini toate funcțiile unui scanner în tonuri de gri, dar cu fidelitate spectrală completă. Mai mult, cele mai multe scannere color pot face rapid scanări monocrome. Puteți chiar să convertiți o imagine color deja scanată într-o imagine în tonuri de gri, oricând aveți nevoie. Deși puteți să scanați o imagine color folosind un scanner monocrom, problemele și rezultatele vă vor duce cu gândul la încercarea de a învăța o pisică să latre.

Așa cum arată și numele, scannerele monocrome percep lumea într-o singură culoare sau, mai degrabă, fără să facă distincția între culori. Mai bine definite cu termenul *scannere cu tonuri de gri*, acestea pot să distingă numai diferitele niveluri de strălucire, fără să separe lumina de nuanță. Acestea sunt mai simple decât modelele color, deseori sunt mai rapide și, invariabil, mai ieftine. De fapt, cel mai ieftin model este un scanner manual în tonuri de gri.

Scannerele monocrome nu există numai pentru că sunt ieftine. Pentru multe aplicații, scanările monocrome sunt suficiente. De exemplu, dacă vreți să scanați texte în vederea recunoașterii optice a caracterelor, nici nu aveți nevoie de mai mult. Imaginile scanate în tonuri de gri sunt foarte bune și pentru editarea publicațiilor, atunci când rezultatele urmează să apară în alb-negru. Nu este nevoie să plătiți pentru culori pe care nu le folosiți.

Culoarea poate fi o problemă chiar și pentru scannerele monocrome. Cele mai multe scannere au o sursă proprie de iluminare pentru scanarea imaginilor (în acest mod, este eliminat din procesul de scanare un factor variabil, ceea ce permite scanări mai uniforme și repetabile). Deși culoarea de iluminare pare fără importanță pentru un scanner monocrom, acest lucru nu este întotdeauna adevărat. Culoarea de iluminare devine importantă atunci când scanarea se face după imagini color.

De exemplu, unele scannere manuale folosesc pentru iluminare diode electroluminiscente (leduri). Ledurile au o viață lungă și nu creează probleme. Dar dacă obiectele sunt iluminate cu lumina roșie emisă de acestea, strălucirea reflectată nu corespunde strălucirii percepute de ochiul uman la lumina albă. Iluminarea cu verde oferă o aproximare mai bună a modului în care ochiul uman percepe tonurile. Imaginile colorate citite de un scanner care folosește iluminarea cu roșu pot părea incorecte din punct de vedere tonal. În special nuanțele pielii sunt prea deschise. Pielea de tip caucazian apare prea albă; pielea neagră sau maronie apare aproape caucaziană. Totuși, pentru desenele formate din linii și pentru aplicațiile de recunoaștere a textului, lumina roșie poate da rezultate mai bune. Desenele cu cerneală sau cu creion roșu nu sunt reproduse în imaginea scanată, așa că puteți adăuga comentarii cu culoare roșie la un text, fără ca adnotările să apară în imaginea finală.

## Viteza de scanare

Primele scannere color erau mai lente decât modelele monocrome, fiind echipamente cu *trecere triplă*. Aceasta înseamnă că pentru scanarea completă a unei imagini era necesară parcurgerea acesteia de trei ori, câte o dată pentru fiecare dintre culorile primare. Aceste scannere antice foloseau trei surse de lumină, separate și de culori diferite, iar pentru fiecare culoare era necesară o scanare completă. Aproape toate scannerele moderne sunt echipamente cu *trecere unică*. Acestea au o singură sursă de iluminare, bazându-se pe filtrele elementelor fotodetectoare pentru sortarea culorilor. Scannerele cu trecere unică

pot să opereze aproape la fel de repede ca și modelele monocrome, deși transferarea imaginilor de dimensiuni mari, măsurând zeci de megaocteți, durează mai mult decât transferarea imaginilor monocrome, de trei ori mai mici.

Viteza de deplasare a elementelor de scanare CCD deasupra imaginii este unul dintre factorii care determină timpul total de scanare. Pentru cele mai multe scanări, este nevoie de cel puțin două treceri separate. Mai întâi comandați scannerului să facă o *prescanare*, o trecere relativ rapidă, la rezoluție mică, care vă ajută să stabiliți nivelul de strălucire și zona specifică de scanare. Apoi se face scanarea reală la rezoluția dorită.

În plus, viteza de scanare este influențată de interfața folosită pentru conectarea scannerului. Imaginile pe biți cu rezoluție mare produse de scanner reprezintă o cantitate imensă de date – de ordinul megaocteților – iar o interfață lentă limitează fluxul de date. Dintre interfețele cele mai des folosite, conexiunea paralelă este cea mai lentă, iar SCSI cea mai rapidă. Viteza interfeței SCSI poate fi de două sau de trei ori mai mare (sau chiar mai mult). Scannerele cu interfață USB se înscriu undeva între cele două.

Dacă imaginea este mare, trebuie să așteptați să se realizeze prelucrarea imaginii, atât de către programul de scanare cât și de către aplicația gazdă. Scanările de dimensiuni mari pot adăuga mai multe minute la timpul de scanare, dacă depășiți memoria disponibilă a calculatorului. Deși Windows poate să folosească memoria virtuală pentru a vă permite să scanați imagini de aproape orice dimensiune, această tehnologie se bazează pe unitatea de disc pentru spațiul de stocare suplimentar, ceea ce înseamnă că duratele pentru citire, căutare și scriere pe disc se adaugă la timpul total de scanare. Dacă trebuie să scanați multe imagini mari, puteți mări mai mult viteza de lucru crescând memoria calculatorului – la zeci de megaocteți – și nu cumpărând un scanner mai rapid.

## Domeniul dinamic

Domeniul de culori (sau numărul tonurilor de gri de la negru la alb) pe care le poate distinge un scanner reprezintă *domeniul dinamic* al scannerului. Modalitatea obișnuită de exprimare a domeniului dinamic este profunzimea pe biți, adică numărul de biți necesari pentru codarea numărului maxim de culori. Scannerele obișnuite pot distinge 256 (8 biți), 1024 (10 biți) sau 4096 (12 biți) de niveluri de strălucire în fiecare culoare primară. Doar pentru a face ca scannerul să pară mai puternic, producătorii adună numărul total de culori din repertoriul scannerului, așa că puteți vedea scannere color pe 24, 30 sau 36 de biți.

Domeniul dinamic real și profunzimea pe biți a scannerului nu sunt obligatoriu aceleași. Un scanner de bună calitate poate atinge numărul de niveluri de strălucire implicat de numărul biților utilizați pentru profunzime. Profunzimea specifică, de fapt, domeniul convertoarelor de tip analogic-digital care transformă nivelul detectat de elementele CCD ale scannerului în semnale digitale. Pentru folosirea tuturor biților este necesară concentrarea corespunzătoare a imaginii scanate pe senzorul CCD, în condiții optime de iluminare. Dacă focalizarea nu este corectă, pixelii se amestecă, ceea ce scade atât contrastul imaginii, cât și domeniul dinamic al scannerului. La fel, dacă iluminarea nu este uniformă, unele niveluri de strălucire din domeniul dinamic se pierd. Ca urmare, două scannere cu același număr de biți pot avea domenii dinamice reale diferite.

Cele mai multe PC-uri pot afișa de la 256 la 16,7 milioane de nuanțe, adică de la culori pe 8 biți la culori pe 24 de biți. Dacă doriți să lucrați cu un număr mai mic de culori, această paletă poate fi redusă, prin mijloace hardware sau software, folosind un număr mai mic de biți. Deoarece chiar și un scanner cu posibilități minime, pe 24 de biți, poate să ofere

produselor software mai multe culori decât este nevoie, biții suplimentari ai scannerelor mai scumpe ar putea părea inutili.

Totuși, acești biți suplimentari sunt foarte utili atunci când scannerul face o prelucrare a datelor imaginii înainte de a le transmite către PC. Un scanner cu domeniu dinamic pe 36 de biți poate să citească toate umbrele și nuanțele unei imagini și apoi să vă permită să le transformați într-o imagine pe 24 de biți pe care o poate folosi PC-ul. Puteți să alegeți modul de conversie, prin comprimarea domeniului dinamic sau prin eliminarea culorilor pe care nu vreți să le folosiți. Biții suplimentari asigură detectarea tuturor detaliilor din umbrele cele mai întunecate și a celor mai strălucitoare marcaje. Atunci când folosiți un adaptor pentru imagini transparente, domeniul dinamic mai mare vă ajută să compensați diferențele între originale mai groase sau mai subțiri, astfel încât puteți scana imagini de pe folii transparente prin care abia se poate vedea.

Multe scannere au moduri automate de lucru prin care determină raportul optim pentru luminozitate și contrast, astfel încât să profite cât mai mult de avantajul conversiei domeniului dinamic al scannerului în imaginile pe 24 de biți (sau alt nivel de culoare) folosite de PC. Modalitatea obișnuită prin care se face această optimizare este prescanarea imaginii. Scannerul compară punctele cele mai luminoase cu cele mai întunecate din suprafața scanată. Folosind aceste valori pentru stabilirea domeniului real de strălucire și de culoare, scannerul poate să ajusteze procedura de transformare pentru obținerea unei imagini cu cea mai mare varietate tonală.

Așa cum scannerele color au diferite domenii spectrale, scannerele monocrome pot detecta un număr diferit de tonuri de gri. În partea de jos a clasamentului se află echipamentele alb-negru simple, care nu detectează tonurile intermediare. De aici, domeniul scalei de gri crește cu puteri ale lui doi. Cu câțiva ani în urmă, cele mai bune scannere detectau 16 tonuri de gri. În prezent, aproape toate scannerele detectează 256 de niveluri de gri, ceea ce înseamnă o codare pe opt biți (un octet pentru fiecare pixel) și corespunde posibilităților de afișare ale celor mai multe monitoare.

Cele mai multe scannere în scală de gri pot fi configurate și pentru recunoașterea unui număr mai mic de tonuri. De obicei puteți să selectați 2 (alb și negru), 16, 64 și 256 de tonuri de gri. Cu cât optați pentru un număr mai mare de tonuri, cu atât fișierul imagine rezultat va fi mai mare, dar imaginea va fi mai realistă. Un domeniu limitat de tonuri este util pentru recunoașterea optică a caracterelor și pentru scanarea desenelor formate din linii, dar pentru scanarea fotografiilor sunt mai bune domeniile mai largi de tonuri.

## Rezoluția

Scannerele diferă prin rezoluția cu care citesc imaginile. Pentru toate scannerele, rezoluția maximă este limitată mecanic. Aceasta este dată de pasul cel mai mic cu care pot fi deplasați senzorii. Un scanner cu posibilități minime începe de la 300 de puncte pe inci și avansează în etape regulate, cum ar fi 600, 1200, apoi 2400 de puncte pe inci. Scannere speciale pentru diapozitive ajung la rezoluții de ordinul a 10000 de puncte pe inci. Deoarece reprezintă limita maximă pe care o pot atinge componentele hardware ale scannerului, această valoare este numită deseori *rezoluție hardware* sau *rezoluție optică* a scannerului.

Dincolo de rezoluția mecanică a scannerului, programele de control ale acestuia susțin deseori că ating rezoluții superioare, de ordinul a 4800 sau 9600 de puncte pe inci, chiar și pentru un scanner ieftin. Pentru obținerea acestor valori mai mari, programele de control ale scannerului interpolează punctele. Aceasta înseamnă că programul calculează puncte suplimentare între punctele scanate în realitate.

Îmbunătățirea artificială care are ca rezultat valori mai mari pentru rezoluție este numită uneori *rezoluție interpolată*. Deși rezoluția interpolată nu adaugă informații noi la imaginea scanată – ceea ce înseamnă că nu apar detalii suplimentare în imagine – imaginea este mai plăcută. Numărul mai mare de puncte reduce neregularitățile și face ca liniile să apară mai line.

Punctele create prin interpolare cresc dimensiunea fișierului rezultat, făcând uneori greoaie manipularea acestuia. Deoarece interpolarea nu adaugă noi informații la imagine, nu este obligatoriu să fie efectuată în timpul scanării. Puteți să stocați un fișier scanat la limita rezoluției mecanice a scannerului, apoi să creșteți rezoluție aparentă a acesteia prin interpolare, fără să irosiți spațiu prin stocarea unor puncte imaginare.

Ca și în cazul culorilor și al tonurilor de gri, un scanner poate fi ușor programat pentru producerea imaginilor cu o rezoluție mai mică decât cea maximă. Rezoluțiile mai mici sunt utile pentru reducerea dimensiunii fișierelor, asigurarea corespondenței cu dispozitivul de ieșire sau pentru a face ca imaginea scanată să încapă pe un singur ecran. Deși primele scannere și programele de control ale acestora nu permiteau modificarea rezoluției decât în etape distincte – 75, 150 și 300 dpi, de exemplu – combinațiile moderne scanner-software permit modificarea rezoluției în limite largi, ca o variabilă continuă.

Rezoluția hardware reală a unui scanner pe lățimea imaginii este stabilită de numărul senzorilor CCD care detectează strălucirea fiecărui pixel. Rezoluția hardware pe lungimea imaginii este stabilită de numărul pașilor pe care îi poate face linia de senzori pentru parcurgerea suprafeței de încadrare a imaginii. De obicei, dimensiunea acestor pași este fixă. Programul de scanare determină valorile mai mari și mai mici ale rezoluției prin interpolarea punctelor obținute în urma scanării. Ca urmare, chiar dacă este configurat pentru 50 dpi, un scanner va citi imaginea la nivelul stabilit de rezoluția hardware, extrăgând apoi imaginea cu rezoluție mai mică din rezultatul scanării.

## Adaptoare pentru folii transparente

La fel ca oamenii, scannerele nu pot vedea în întuneric. Pentru o scanare corespunzătoare – adică un rezultat care să nu semene cu o eclipsă de soare într-o mină de cărbuni – scannerul are nevoie de o sursă de lumină. Toate scannerele au surse proprii de lumină, de obicei calibrate. În scannerele cu tambur și cu pat, sursa de lumină se află în interiorul mecanismului, de obicei fiind asigurată de unul sau trei tuburi catodice cu strălucire puternică. Scannerele manuale folosesc ca sursă de lumină leduri (diode electroluminiscente). În ambele cazuri, în timpul operării normale lumina este reflectată de materialul scanat, iar senzorii CCD măsoară strălucirea luminii reflectate.

Unele materiale sursă nu se manifestă în toată splendoarea sub lumina reflectată. Cele mai importante dintre acestea sunt foliile transparente, precum diapozitivele fotografice sau de prezentare. Acestea sunt proiectate astfel încât lumina să treacă prin ele, ceea ce înseamnă că lumina este transmisă prin imagine.

Pentru scanarea corespunzătoare a acestor materiale, scannerul trebuie să pună imaginea între sursa de lumină și senzori. Scannerele pentru diapozitive au surse de lumină integrate. Majoritatea celorlalte scannere au o sursă opțională pentru lumină transmisă, numită *adaptor pentru folii transparente*. Sursa secundară de lumină urmărește senzorul CCD, în timp ce acesta parcurge imaginea, dar se află pe partea cealaltă a originalului.

De obicei, aceste adaptoare au forma unui capac mai gros, care este plasat peste suprafața de sticlă pe care se află imaginile originale. Unele scannere au sursele secundare de lumină montate pe brațe care trec pe deasupra materialelor transparente așezate pe

suportul de sticlă. Acestea funcționează bine, dar materialele transparente nu sunt la fel de bine întinse pe suprafața de scanare.

## Recunoașterea optică a caracterelor

Scannerele lucrează la fel, indiferent de originalul scanat. Acestea vor citi orice material care asigură contrastul adecvat: desene sau text. Totuși, textul citit de un scanner va fi stocat sub forma unor imagini pe biți, ceea ce îl face inutil pentru procesoarele de texte, care folosesc codul ASCII. Puteți să transformați textul din forma grafică în coduri ASCII prin două metode: prin dactilografierea fiecărui caracter și prin recunoașterea optică a caracterelor (Optical Character Recognition sau OCR). Combinând scannerul cu un program de recunoaștere a caracterelor, puteți să transformați rapid orice imagine a unui text într-un document pentru procesorul de texte, o bază de date sau o foaie de calcul tabelar. La un moment dat, tehnologia OCR ținea de domeniul calculatoarelor mainframe și al echipamentelor hardware care costau zeci de mii de dolari, dar în prezent este accesibilă pentru cele mai multe PC-uri și bugete.

Primele programe OCR foloseau o tehnică numită *corespondență matriceală*. Calculatorul compara mici porțiuni din imaginea pe biți cu modele stocate într-o bibliotecă, căutând caracterul care semăna cel mai mult cu modelul de biți scanat. De exemplu, litera „A“ era recunoscută ca un turn cu înălțimea de 40 de biți și cu o bară transversală de 20 de biți.

Corespondența matriceală are un dezavantaj major: programul trebuie să fie optimizat pentru un anumit tip de caractere. De exemplu, litera „A“ italică este reprezentată printr-un model de biți complet diferit de litera „A“ romană, chiar dacă ambele au aceleași dimensiuni și aparțin aceleiași familii de caractere. Ca urmare, un program OCR bazat pe corespondența matriceală trebuie fie să aibă o bibliotecă imensă de modele (ceea ce ar însemna un timp mare de căutare pentru fiecare literă), fie să se limiteze la câteva tipuri de caractere. Chiar și în acest caz, programul vă va cere să indicați sistemului de recunoaștere a caracterelor ce tip de litere vreți să citiți, astfel încât acesta să aleagă biblioteca respectivă. În plus, cele mai multe sisteme OCR bazate pe corespondența matriceală depind de spațiile regulate dintre caractere pentru determinarea dimensiunii și formei matricei de caractere, așa că sistemul funcționează corect numai cu textele scrise cu fonturi monospațiate, cum sunt cele produse de o mașină de scris.

Cele mai multe sisteme OCR actuale se bazează pe *corespondența caracteristicilor*. Aceste sisteme nu se limitează la compararea modelelor de biți, ci analizează fiecare model de biți scanat. Atunci când găsește o literă „A“, sistemul OCR determină caracteristicile de bază ale acesteia – o pantă crescătoare, un vârf, o pantă descrescătoare și o bară transversală. Deoarece fiecare literă „A“ are aceleași caracteristici principale – dacă nu ar avea aceste caracteristici nu ar fi recunoscută de ochi ca fiind litera „A“ – sistemul OCR nu are nevoie de biblioteci complexe de modele pentru fiecare font și dimensiune. De fapt, sistemele OCR bazate pe corespondența caracteristicilor nu trebuie să știe dinainte dimensiunea sau fontul caracterelor scanate. Nici chiar textul cu spații neregulate între caractere nu este o problemă. Programele OCR bazate pe corespondența caracteristicilor pot prelucra rapid un text scanat, cu puține erori de recunoaștere.

## Dispozitive de alimentare cu coli

Aplicațiile OCR tipice implică transferarea conținutului de informații al mai multor pagini într-o formă electronică. Desigur, pentru obținerea acestor informații trebuie să scanați fiecare pagină separat. În cazul documentelor lungi, această operație consumă foarte mult timp și, de obicei, nu este cea mai productivă modalitate de a vă petrece timpul de lucru.

Un dispozitiv de alimentare cu coli trece automat foile unui document cu mai multe pagini prin scanner. Astfel de dispozitive sunt cel mai ușor de implementat în cazul scannerelor cu tambur, care oricum trebuie să pună hârtia în mișcare, dar există și scannere cu pat prevăzute cu dispozitive de alimentare cu coli.

Dispozitivele de alimentare cu coli sunt folosite în principal pentru aplicațiile OCR. Scanarea imaginilor implică, de obicei, configurarea individuală pentru fiecare pagină sau imagine. În realitate, încărcarea paginii în scanner este partea cea mai simplă a unei operații de scanare. Ca urmare, adăugarea unui dispozitiv de alimentare cu coli la un scanner folosit în principal pentru imagini nu este eficientă.

Aceste dispozitive pot lucra numai cu foi volante. Nu pot fi folosite pentru paginile unei cărți sau ale unui alt document legat. Dacă o anumită operație cere o productivitate mare și informațiile sunt mai valoroase decât materialul original, unii preferă să taie cărțile sau alte materiale asemănătoare și să scaneze textul cu ajutorul unui dispozitiv automat de alimentare. În orice caz, veți descoperi că vă este foarte util și un dispozitiv de extragere a capselor.

## Interfețele electrice

Cel puțin șase modele de interfețe sunt sau au fost folosite pentru scannere – SCSI (Small Computer System Interface), GPIB (General Purpose Interface Bus), interfața serială standard, interfața paralelă, USB și interfețe brevetate. Aproape toate produsele actuale se bazează pe conexiuni paralele, SCSI sau USB.

Modelele cu interfață paralelă se conectează la porturile moștenite de imprimantă. Cele mai multe au cabluri sau conectoare speciale care vă permit să legați și imprimanta la portul folosit de scanner. Folosind driverele moderne pentru porturi, scannerele cu interfață paralelă sunt cel mai ușor de utilizat; pot fi puse la lucru imediat ce le porniți (și instalați driverele). De asemenea, interfața paralelă este ieftină.

Dezavantajul conexiunii paralele este performanța. Este cea mai lentă dintre conexiunile folosite pentru scannere și poate să dubleze timpul de scanare a unei pagini tipice.

Interfața SCSI este rapidă – cea mai rapidă conexiune folosită pentru scannere. Dezavantajul este că introduce complicația folosirii unei conexiuni SCSI, dar nu este obligatoriu ca aceasta să fie o problemă. Dacă scannerul cu interfață SCSI este singurul dispozitiv conectat la portul SCSI, punerea în funcțiune a scannerului se face aproape la fel de simplu ca și în cazul folosirii unui port paralel. Adăugarea unui scanner la un lanț lung de dispozitive SCSI este problematică, la fel ca și conectarea oricărui alt dispozitiv SCSI.

O altă problemă legată de scannerele cu interfață SCSI este faptul că au nevoie de un port SCSI. Cele mai multe scannere cu interfață SCSI sunt livrate împreună cu propriile adaptoare gazdă și cabluri. (Acesta este unul dintre motivele pentru care folosirea interfeței SCSI crește prețul unui scanner.) Instalarea adaptorului într-un slot de extensie complică procesul de instalare. În plus, dacă vreți să folosiți un scanner SCSI cu un calculator notebook, trebuie să cumpărați un adaptor SCSI PC Card.

Scannerele cu interfață USB se situează undeva la mijloc. Deși au nevoie de un port USB liber, aproape toate PC-urile noi (inclusiv calculatoarele notebook) au cel puțin un astfel de port. Scannerele se integrează ușor în sistemul Plug-and-Play USB, dar pun aceleași probleme ca și alte produse USB. Deși scanarea printr-o interfață USB este mai rapidă decât în cazul unei interfețe paralele, nu este la fel de rapidă ca scanarea printr-o interfață SCSI.

## Interfața cu aplicațiile

Ca și alte dispozitive de intrare, scannerele au sisteme proprii de semnalizare și control, care trebuie să fie legate de componentele software pentru a fi folosite corespunzător. Primele scannere foloseau propriile interfețe pentru transmiterea comenzilor și datelor. Ca urmare, fiecare scanner avea nevoie de propriile programe și drivere. Deseori, pentru un anumit scanner nu puteați folosi decât programul produs de furnizorul respectiv pentru scanarea imaginilor.

Grație eforturilor concertate din industria scannerelor, situația s-a schimbat. Acum puteți să vă așteptați ca orice scanner să funcționeze cu orice program de grafică. Mai mult, scanarea se face la fel în toate aplicațiile. Aceleași ecrane de control pentru scanner apar atât în PhotoShop cât și în Corel PhotoPaint.

Elementul central al acestei standardizări este *Twain*. Introdus la începutul anului 1992, Twain este un standard software pentru interfețele destinate scannerelor, dezvoltat de un consorțiu al producătorilor de scannere și produse software asociate, numit (în forma finală) Grupul de lucru pentru Twain (Working Group for Twain). Principalele companii incluse în acest grup au fost Aldus Corporation, Caere Corporation, Eastman Kodak Company, Hewlett-Packard și Logitech.

Numele Twain are nevoie de câteva explicații. Acesta nu este un acronim, așa că numai prima literă este majusculă. Scrierea numai cu litere mari este o greșeală tipografică. Totuși, promotorii standardului scriu numele acestuia cu majuscule, ca și cum ar fi un acronim.

Oficial, dezvoltatorii au explicat numele ca fiind o referire la scopul acestei interfețe. Nefiind un acronim, numele derivă de la cuvântul „twain" (forma arhaică a cuvântului „two" – „doi"), cele două componente fiind aplicațiile și scannerele. Totuși, unii susțin că numele Twain este o prescurtare de la „Technology Without An Interesting Name" („Tehnologie fără un nume interesant").

În timpul dezvoltării, interfața Twain a purtat diferite nume. Cele mai folosite dintre acestea au fost *Direct-Connect* și *CLASP*, prescurtarea de la Connecting Link for Applications and Source Peripherals (Legătură de conectare pentru aplicații și periferice sursă). Acestea, ca și altele, au fost luate în considerare de către dezvoltatori pentru stabilirea numelui oficial al interfeței. Totuși, căutând în lista mărcilor deja înregistrate, au descoperit atât de multe conflicte, încât procesele de proprietate ar fi fost foarte posibile în cazul folosirii oricăruia dintre numele de dezvoltare. Ca urmare, au ales numele Twain, care, conform declarațiilor unuia dintre dezvoltatori, „descrie această interfață ce face legătura între două entități: aplicațiile și dispozitivele de intrare".

Twain face legătura între programe și componentele hardware ale scannerelor, oferind producătorilor de software un set de funcții standard prin care pot fi controlate caracteristicile oricărui scanner. Un set de drivere Twain poate manipula orice dispozitiv de scanare compatibil. Deoarece conexiunea Twain are două capete – scannerul și produsul software – pentru a beneficia de avantajele interfeței este necesar ca ambele să fie compatibile cu standardul Twain.

Twain definește interfața hardware ca sursă. Sursa este echipamentul hardware sau codul firmware din scanner care controlează fluxul informațiilor dinspre scanner către interfața Twain. Producătorul scannerului proiectează sursa astfel încât să corespundă componentelor hardware și interfeței. Produsele software se leagă de sursa Twain prin intermediul unui administrator de sursă, care, în esență, este un set de apeluri de program.

Interfața Twain a fost proiectată sub forma unui driver software. Versiunea originală a fost scrisă în cod pe 16 biți și se numea TWAIN.DLL. Grupul de lucru a creat și o versiune pe 32 de biți a driverului, numită TWAIN32.DLL. Ambele versiuni funcționează sub Windows 95, Windows NT și versiunile Windows mai noi.

## Modul de operare

În ciuda progreselor înregistrate în lumea calculatoarelor personale și a produselor software destinate acestora, operația de scanare încă nu se poate face printr-o simplă apăsare pe buton. Pentru obținerea unor imagini grafice de cea mai bună calitate și a unor fișiere de date utile sunt necesare mai multe etape. Înainte de a începe, trebuie să stabiliți ce vreți de la imaginea scanată, formatul imaginii (alb-negru, nuanțe de gri sau color), rezoluția și formatul fișierului în care se salvează imaginea. Apoi trebuie să faceți o scanare preliminară pentru determinarea suprafeței imaginii și a domeniului dinamic. După aceste ajustări, puteți să faceți scanarea finală. Totuși, înainte să salvați imaginea, trebuie să folosiți un program de prelucrare grafică pentru eliminarea zonelor nedorite, întărirea sau atenuarea detaliilor și ajustarea fină a domeniului tonal.

### Prescanarea

Primul pas pentru scanarea unei imagini este scanarea preliminară, sau *prescanarea*. Executați o scanare rapidă a imaginii, de obicei la o rezoluție scăzută, pentru delimitarea zonei fizice de scanare și o primă încercare de optimizare a domeniului dinamic de scanare. Pentru cele mai multe programe de scanare, operația de scanare se face pe toată lățimea imaginii, fără nici o pierdere de timp, deoarece linia de senzori CCD acoperă oricum toată lățimea imaginii. Pe de altă parte, puteți să limitați lungimea suprafeței de prescanare, reducând distanța pe care se deplasează senzorii și durata operației. De obicei, scannerele cu trecere unică fac prescanarea direct în culori, în timp scannerele cu trecere triplă fac prescanări monocrome, printr-o singură trecere.

### Definirea suprafeței imaginii

După terminarea operației de prescanare, programul vă poate oferi posibilitatea de stabilire a suprafeței imaginii, de obicei prin încadrarea acesteia într-un chenar. Pe măsură ce treceți la rezoluții mai mari, este din ce în ce mai importantă definirea precisă a zonei de scanare, pentru delimitarea cantității de date transmise aplicației. Prin eliminarea în această etapă a zonelor suplimentare din jurul imaginii, puteți să reduceți atât spațiul de stocare necesar, cât și timpul de prelucrare a imaginii.

### Ajustarea domeniului dinamic

În plus, programul de control al scannerului vă poate da posibilitatea să ajustați luminozitatea, contrastul și culoarea imaginii. Această etapă este critică pentru obținerea unor imagini de cea mai bună calitate, corespunzătoare pentru prelucrări ulterioare.

Dacă faceți o scanare alb-negru, în acest moment puteți să stabiliți pragul peste care scannerul consideră un pixel ca fiind alb sau negru. Dacă scanați un desen, puteți să stabiliți pragul astfel încât să reduceți zgomotele din imagine. În cazul unei scanări color sau în tonuri de gri, stabilirea pragului poate avea un efect major asupra imaginii și calității acesteia. Dacă nu puteți face o ajustare precisă în acest punct din cauza dimensiunilor mici ale imaginii afișate pe ecran, este mai bine să faceți o scanare în tonuri de gri, apoi să convertiți rezultatul într-o imagine alb-negru cu ajutorul unui program de prelucrare grafică, în care aveți la dispoziție modalități mai precise de control.

În cazul scanărilor în tonuri de gri, puteți să stabiliți contrastul și luminozitatea pentru creșterea calității imaginii. Aceste elemente de control determină modul în care programul de scanare prelucrează domeniul dinamic al scannerului pentru obținerea celor 256 tonuri de gri folosite de cele mai multe produse software grafice pentru imagini monocrome. De asemenea, unele programe vă permit să schimbați polaritatea imaginii, transformând o imagine negativă într-o imagine pozitivă.

Toate elementele pentru controlul domeniului dinamic interacționează reciproc. Principalele controale sunt luminozitatea și contrastul. Pentru rezultate optime, trebuie să ajustați contrastul astfel încât zonele cele mai luminoase să corespundă albului cel mai deschis acceptat de program, iar zonele cele mai întunecate să corespundă negrului cel mai închis acceptat. Controlul luminozității deplasează domeniul de gri în sus sau în jos; controlul contrastului ajustează dimensiunea acestui domeniu. Cele mai multe programe vă oferă și controale mai avansate, precum histograma și controlul gamma. Histograma vă prezintă tonurile dominante ale imaginii. Aceasta vă permite să eliminați albul sau negrul în exces, pentru a limita domeniul dinamic al imaginii. De asemenea, puteți să modificați punctul mediu de redare, pentru a face imaginea mai luminoasă sau mai întunecată. Controlul gamma vă permite să ajustați maparea tonurilor. În general, o valoare gamma mică extinde tonurile medii și comprimă tonurile deschise și întunecate, în timp ce o valoare gamma mare extinde domeniile tonurilor deschise și întunecate, comprimând tonurile medii. Imaginile cu valoare gamma mare par a avea un contrast mai bun, deși, în sens strict, contrastul și controlul gamma nu înseamnă același lucru.

Pentru scanările color, este necesară optimizarea domeniului dinamic al scannerului. În cele mai multe cazuri, folosiți aceleași controale ca și pentru ajustarea unei imagini în tonuri de gri. În plus, puteți controla alte aspecte legate de culori, cum ar fi deplasarea culorilor sau ajustarea saturației.

## Definirea zonei de scanare

Deoarece scanarea color a unei pagini întregi generează o cantitate foarte mare de date, cele mai multe programe de scanare vă permit să limitați suprafața de scanare la o zonă care produce un număr mai rezonabil de octeți. În acest fel, se economisește nu numai spațiu de stocare, ci și timp, deoarece prin interfață sunt transferați mai puțini octeți.

De obicei, definiți zona de scanare prin marcarea sau desenarea unui chenar în jurul imaginii prescanate. În cele mai multe cazuri puteți fi generos la selectarea acestei zone, deoarece surplusul poate fi eliminat ulterior. În shimb, dacă scanați o suprafață prea mică, singura soluție este să repetați operația.

## Stabilirea rezoluției

Înainte de scanare, ar trebui să verificați cu atenție rezoluția scannerului. Deși s-ar putea să vi se pară tentant să faceți scanarea cu rezoluție maximă, pentru a obține cât mai multe detalii, o asemenea strategie irosește timp și spațiu pe disc. Rezoluțiile mai mari au ca rezultat mai multe date care trebuie manipulate. Pierdeți timp pentru manipularea unei imagini de dimensiuni mari dacă ulterior aveți de gând să o micșorați.

Unii recomandă limitarea scanărilor la rezoluția hardware a scannerului. Rezoluțiile mai mari, fiind obținute prin interpolare, nu adaugă noi informații. Puteți să manipulați imaginea la rezoluția hardware, apoi să o măriți, fără pierderi de calitate. Programul de prelucrare a imaginilor poate face interpolarea punctelor cel puțin la fel de bine ca și scannerul.

Dacă scanați fotografii, o treime din rezoluția imprimantei este deseori suficientă. Cele mai multe imprimante folosesc super-pixeli pentru reprezentarea prin autotipie (halftoning). Aceasta înseamnă că imprimanta folosește blocuri de patru, nouă sau mai mulți pixeli pentru reprezentarea fiecărui pixel al imaginii. Cele mai multe imprimante color folosesc chiar blocuri mai mari pentru reprezentarea unor palete mai largi. Principala excepție este reprezentată de imprimantele cu tonuri continue, cum sunt cele ce se bazează pe sublimarea vopselei, care pot controla nuanța fiecărui pixel. În acest caz, pentru obținerea unei calități optime, trebuie să scanați imaginea cu o rezoluție egală cu cea a imprimantei.

Dacă scanați imagini în vederea separării ulterioare pe culori, un punct bun de început este stabilirea rezoluției la dublul desimii liniilor sitei de raster. De exemplu, dacă imaginea scanată va fi reprodusă într-o revistă tipărită folosind o sită cu 133 de linii pe inci, stabiliți rezoluția de scanare la 266 de puncte pe inci (DPI).

Dacă imaginile vor fi folosite numai pentru prezentarea pe monitorul calculatorului, stabiliți rezoluția de scanare astfel încât dimensiunea imaginii în pixeli să corespundă rezoluției de afișare. Rezoluția de scanare s-ar putea să fie surprinzător de mică. De exemplu, dacă vreți să afișați o pagină întreagă pe un ecran VGA, trebuie să stabiliți rezoluția de scanare astfel încât imaginea rezultată să aibă o înălțime de 480 pixeli – doar cu puțin peste 40 dpi pentru o pagină cu lungimea de 11 inci.

# Aparate foto digitale

Apăsați butonul și circuitele electronice digitale fac restul. Puteți să uitați de cutiile galbene sau verzi și să strâmbați din nas către atelierele de developat. Aparatele foto digitale nu au nevoie de film – și tocmai aceasta este partea cea mai interesantă – deci nu au nevoie de un producător de filme. Nu mai aveți nevoie nici de un program pentru finisarea fotografiilor. Aceste aparate sunt mai bune decât un aparat Polaroid, pentru că nu trebuie să așteptați ca imaginea să fie developată sau să apară din ceața hârtiei. Puteți vedea imediat ce n-a mers bine (și *întotdeauna* există ceva care nu merge bine atunci când faceți o fotografie – totul este să găsiți imaginea cu cele mai puține greșeli) și dacă este nevoie să mai faceți o încercare. Puteți să vedeți câteva imagini chiar *în aparat*, să le alegeți pe cele care vă plac și să mai faceți câteva fotografii fără să irosiți nici un centimetru de film.

După ce ați terminat, descărcați totul pe PC, unde puteți să folosiți metode digitale pentru editarea și îmbunătățirea imaginilor, până când totul este perfect. În sfârșit, puteți pune la lucru acea imprimantă cu calitate fotografică pe care ați primit-o împreună cu PC-ul, să transferați imaginile în documente digitale sau să le publicați într-un sit Web.

Aparatul foto digital este dispozitivul care permite obținerea *fotografiilor digitale*, numite deseori *fotografii fără argint*, deoarece nu folosesc film fotografic convențional. Filmul se bazează pe fotosensibilitatea sărurilor de argint. Mai mulți compuși ai argintului își schimbă culoarea atunci când sunt expuși la lumină, iar procesul de developare chimică permite ca efectul unui foton să modifice mii sau chiar milioane de atomi de argint. În cazul fotografiei digitale, fotonii sunt detectați electric de un *senzor de imagine*, care este atât de sensibil, încât nu mai este nevoie de efectul de amplificare obținut prin developarea chimică a filmului.

## Senzorii de imagine

Senzorul de imagine este inima aparatelor foto digitale. Acesta captează imaginea, înregistrând-o într-o formă care poate fi folosită ulterior. Filmul captează chimic imaginea; energia fotonilor din lumină schimbă legăturile atomice din molecule, ceea ce

are ca efect o schimbare a reflectivității moleculelor respective. Senzorul de imagine captează electric imaginea. Acesta detectează fotonii și transformă energia acestora într-un curent electric foarte mic, pe care circuitele îl pot detecta, amplifica, digitiza și stoca.

Mulți oameni numesc senzorii de imagine *CCD*, numele tehnologiei folosite de cele mai multe dispozitive de detectare a imaginilor pentru aparatele foto digitale. Deși senzorii CCD sunt folosiți de cele mai multe aparate foto, unele companii au adoptat o tehnologie similară, numită de obicei CMOS. Da, este același nume cu cel al memoriei folosite pentru datele de configurare a sistemului, deoarece senzorii de imagine și memoria se bazează pe aceeași tehnologie a circuitelor semiconductoare – Complimentary Metal-Oxide Semiconductor.

Dispozitivele CMOS promit o scădere a prețului față de senzorii CCD, deși fac unele compromisuri din punctul de vedere al calității. Un produs remarcabil care folosește un senzor CMOS este Barbie Digital Camera, vândut de Mattel. Producătorii de aparate foto menționează, totuși, că progresele tehnologice au făcut ca senzorii CMOS și CCD să fie comparabili, ca preț și calitate.

Pentru scopurile acestei cărți, vom folosi termenul CCD ca să ne referim la senzori în general, menționând termenul CMOS numai atunci când apar diferențe tehnologice importante.

Deși termenul „CCD“ este folosit, de obicei, la singular, un senzor de imagine are nevoie de o matrice de elemente CCD. Simpla prezență a luminii nu este atât de importantă ca modelul pe care îl reprezintă, formând imaginea reală. Un singur element CCD (sau un senzor CMOS) înregistrează un singur punct. Ca urmare, termenul CCD se referă, de fapt, la o matrice de elemente CCD individuale. În camerele video, elementele CCD sunt aranjate sub forma unei matrice. (Elementele CCD folosite de scannere sunt aranjate, de obicei, pe o singură linie dreaptă.) Circuitele camerei video eșantionează pe rând fiecare element pentru formarea unui cadru de imagine.

## Dimensiunea

Senzorii de imagine pot avea diferite dimensiuni. De obicei, măsoară un sfert, o treime sau o jumătate de inci (pe diagonală). Dacă toate celelalte condiții sunt identice, cu cât senzorul CCD este mai mare, cu atât mai multe elemente pot fi incluse în matrice. Numărul elementelor determină rezoluția imaginii produse de senzorul CCD. Acest număr este legat de numărul de pixeli ai imaginii, dar nu înseamnă același lucru.

Dimensiunea senzorului afectează și alte elemente ale proiectării aparatului foto. De exemplu, acoperirea lentilelor este astfel proiectată încât să corespundă dimensiunii senzorului. (Acesta este unul dintre motivele pentru care producătorii nu pot instala direct senzori CCD în aparatele foto obișnuite de 35 mm; senzorii actuali sunt mult mai mici decât filmul de 35 mm și ar înregistra numai o fracțiune din imaginea transmisă de lentile.)

## Rezoluția

Rezoluția maximă posibilă este stabilită de numărul de pixeli pe care îi poate detecta senzorul CCD. În prezent, cuvântul cheie în fotografia digitală este *megapixelul* – adică un milion de pixeli. Fotografii consideră că limita de un milion de pixeli marchează diferența dintre un aparat foto bun și unul prost. Un aparat foto digital cu o rezoluție mai mare de un milion de pixeli produce o imagine aproape la fel de bună ca și un aparat convențional de 35 mm. Mai puțini pixeli înseamnă o calitate mai slabă.

Numărul total de pixeli este legat direct de rezoluția senzorului CCD. Dacă știți numărul de elemente CCD din senzor (camerele video sunt uneori descrise prin acest număr), puteți să determinați cea mai mare rezoluție posibilă, folosind următoarele formule:

Rezoluția orizontală = 4 * rădăcină pătrată(numărul de pixeli/12)

Rezoluția verticală = 3 * rădăcină pătrată(numărul de pixeli/12)

Ca să determinați numărul de pixeli din imagine, împărțiți numărul de elemente CCD la trei. Împărțiți numărul obținut la 12, apoi calculați rădăcina pătrată din rezultat. Rezoluția orizontală este de patru ori acest număr; rezoluția verticală, de trei ori același număr.

În general, rezoluția aparatelor foto digitale merge în paralel cu cea a sistemelor de afișare. Cele mai slabe aparate foto moderne oferă rezoluție VGA, adică 640x480 de pixeli. Aparatele foto care trec de nivelul de un megapixel încep de la 1.280x1.024 de pixeli.

### Sensibilitatea

Senzorii de imagine variază din punctul de vedere al sensibilității la lumină. Un senzor ideal ar detecta un singur foton. Cei folosiți pentru aparatele foto digitale au nevoie de zeci de fotoni pentru generarea unui semnal. Totuși, sensibilitatea senzorului de imagine nu este relevantă direct pentru fotografia practică. Alte aspecte ale proiectării aparatelor foto depășesc problema sensibilității native a senzorilor de imagine. Dintre acestea, lentilele sunt cele mai importante.

## Lentilele

Un aparat foto este doar o cutie care împiedică lumina să ajungă la film sau la echivalentul actual al acestuia. Aproape orice incintă închisă poate îndeplini acest rol, inclusiv o cameră de locuit. Cel mai important element al aparatului foto este lentila. Lentila determină calitatea imaginii formate în interiorul aparatului. Lentila și calitatea acesteia determină tipul imaginii care poate fi captată și, într-o mare măsură, determină calitatea finală a fotografiei pe care sperați să o obțineți.

Puteți să faceți fotografii și fără lentile; acesta este principiul care stă la baza unui experiment simplu de fizică, în urma căruia se obține o fotografie printr-un orificiu făcut într-o bucată de carton. Dar aproape toate aparatele foto au lentile, dintr-un motiv foarte bun: o lentilă colectează o cantitate mare de lumină și astfel permite unei cantități mai mari de lumină să intre în cutia aparatului. În acest fel, aparatul are la dispoziție mai multă lumină și expunerea se face mai rapid. De asemenea, lentila afectează și imaginea, adică ceea ce vede aparatul foto. Modifică estetica imaginii pe care o captați.

### Deschiderea obiectivului

În sens strict, deschiderea nu este decât un orificiu, și exact acest rol îl are în cazul unui aparat foto. Deschiderea este porțiunea din lentilă prin care lumina ajunge la film – sau la senzorul CCD (în cazul unui aparat foto digital). Deși este un orificiu, nu puteți să vă băgați degetul prin el, deoarece este ocupat de lentilă. Deschiderea nu permite decât trecerea luminii.

În fotografie, digitală sau convențională, deschiderea este mai importantă decât un simplu orificiu. Este un orificiu variabil, pe care puteți să îl faceți mai mare sau mai mic, ca să lăsați mai multă sau mai puțină lumină să ajungă la film sau la senzor. O deschidere mai mare permite trecerea unei cantități mai mari de lumină; o deschidere mai mică lasă să treacă mai puțină lumină.

Modificarea deschiderii permite unui aparat foto digital să compenseze condițiile de iluminare. Dacă lumina este prea strălucitoare, poate să supraîncarce senzorul CCD; dacă este prea slabă, s-ar putea ca senzorul CCD să nu aibă la dispoziție destui fotoni pentru formarea imaginii. În cazul filmului, prea multă lumină are ca rezultat

supraexpunerea; prea puțină – subexpunerea. Pentru evitarea acestor probleme, cele mai multe aparate foto folosesc deschideri mai mari în condiții de iluminare slabă.

**Expunerea automată**

Pentru aparatele foto mai vechi, fotograful trebuia să determine deschiderea corectă pentru expunerea corespunzătoare a filmului. Deși unii fotografi ghiceau deschiderea corespunzătoare – de exemplu, bazându-se pe desenele care însoțeau filmul, cu zile însorite și nori – majoritatea se bazau pe aparate de măsură (exponometre), cu care determinau luminozitatea scenei în care era făcută fotografia.

Pe lângă alte echipamente, fotograful trebuia să care și un exponometru separat. Inginerii nu au avut nevoie de mult timp ca să-și dea seama că ar putea încorpora exponometrul chiar în aparatul foto. Pe măsură ce mecanismele au devenit tot mai complicate și tehnologia a progresat, proiectanții aparatelor foto au eliminat variabila umană din procesul de citire a exponometrului, lăsând aparatul să citească valoarea măsurată și să-și ajusteze corespunzător deschiderea. Rezultatul a fost aparatul foto cu *expunere automată*.

Exceptând câteva aparate (în special cele destinate profesioniștilor, care se pricep mai bine decât un aparat de măsură – sau cel puțin așa cred ei), toate aparatele foto actuale se bazează pe expunerea automată. Toate aparatele foto digitale își ajustează automat deschiderea.

Mecanismul care stabilește deschiderea se numește *diafragmă* și este echivalentă cu irisul ochiului uman[1]. Prin glisarea unor plăcuțe numite *lamelele diafragmei* – în modul manual prin rotirea unui inel dispus în jurul lentilei, numit, destul de corect, inelul diafragmei – puteți să ajustați dimensiunea spațiului dintre lamele și, ca urmare, deschiderea diafragmei.

Deși diafragmele celor mai multe lentile aproximează această formă, nu este obligatoriu ca deschiderea să fie rotundă. Totuși, fotografii cu simț critic pot să observe diferența dintre fotografii, deoarece punctele strălucitoare din imagine pot fi defocalizate, în funcție de forma deschiderii. Efectul este deseori subtil, dar, pentru unii fotografi, poate influența dramatic calitatea subiectivă a imaginii.

Dimensiunea deschiderii este măsurată prin valori discrete, numite *f-stop*[2]. În limbaj comun, un punct f-stop este un număr din seria geometrică 1; 1,4; 2,0; 2,8; 4,0; 5,6; 8,0; 11,0; 16,0; 22; 32. Seria este astfel aleasă, încât următorul punct de oprire reduce la jumătate lumina transmisă prin lentilă la punctul de oprire anterior. Parametrul f-stop cu valoarea 8,0 lasă să intre în aparat jumătate din lumina corespunzătoare punctului f-stop 5,6. (Seria de numere este mai simplă decât pare. Fiecare număr f-stop este obținut din numărul anterior prin înmulțirea cu radical din doi, iar rezultatul este rotunjit.) Tabelul 15.1 prezintă valorile f-stop standard ISO (nominale), valorile f-stop reale (calculate) și valorile relative pentru cantitatea de lumină transmisă.

---

1 Uneori, diafragma aparatelor foto convenționale este numită „diafragmă iris“ sau, mai simplu, „iris“. (n. trad.)

2 Prin construcție, modificarea deschiderii diafragmei unui aparat foto se poate face continuu, dar marcarea inelului diafragmei s-a făcut, în mod convențional, în trepte. În cazul aparatelor foto de calitate, în special cele de formate medii și mari, diafragma are și poziții intermediare între treptele standard. (n. trad.)

**Tabelul 15.1** Valori f-stop

| *Valoare f-stop nominală (ISO)* | *Valoare reală și înjumătățită* | *Valoarea luminii (f/1,0 relativ)* |
|---|---|---|
| 1 | 1,00 | 1,00 |
| | 1,19 | 1,41 |
| 1,4 | 1,41 | 2,00 |
| | 1,68 | 2,83 |
| 2 | 2,00 | 4,00 |
| | 2,38 | 5,66 |
| 2,8 | 2,83 | 8,00 |
| | 3,36 | 11,31 |
| 4 | 4,00 | 16,00 |
| | 4,76 | 22,63 |
| 5,6 | 5,66 | 32,00 |
| | 6,73 | 45,25 |
| 8 | 8,00 | 64,00 |
| | 9,51 | 90,51 |
| 11 | 11,31 | 128,00 |
| | 13,45 | 181,02 |
| 16 | 16,00 | 256,00 |
| | 19,03 | 362,04 |
| 22 | 22,63 | 512,00 |
| | 26,91 | 724,08 |
| 32 | 32,00 | 1024,00 |
| | 38,05 | 1448,15 |
| 45 | 45,25 | 2048,00 |
| | 53,82 | 2896,31 |
| 64 | 64,00 | 4096,00 |

Deși seria de numere este acum o secvență arbitrară, valoarea f-stop este definită științific. Este distanța focală a lentilei, împărțită la deschiderea aparentă a lentilei. (Nu este dimensiunea reală a deschiderii, ci dimensiunea vizibilă prin lentilă; sticla lentilei poate să mărească sau să micșoreze deschiderea.) De exemplu, o lentilă cu distanța focală de 50 mm cu valoarea f-stop 4 are o deschidere vizibilă de 12,5 milimetri. Această relație conduce la modalitatea obișnuită de scriere a valorilor f-stop. Valoarea 4 este scrisă, de obicei, sub forma f/4. Cu alte cuvinte, este distanța focală, împărțită la patru.

De obicei, lentilele sunt descrise în funcție de deschiderea maximă pentru care pot fi folosite, cum ar fi f/1,4 sau f/2,8. Uneori, deschiderea cea mai mare este undeva între numerele seriei de valori f-stop, cum ar fi f/2,3, dar ideea de bază rămâne aceeași.

Multe lentile cu distanță focală reglabilă (zoom) sunt descrise folosind două valori f-stop, cum ar fi f/2,8-4,3. Cele două valori nu reprezintă domeniul total de valori disponibile pentru lentilele respective, ci domeniul de valori f-stop minime. Formula pentru calcularea valorii f-stop a unei lentile cere ca dimensiunea deschiderii să varieze cu distanța focală a lentilei, la o valoare f-stop constantă. O lentilă cu distanța focală mai mare are nevoie de o deschidere mai mare pentru aceeași valoare f-stop.

La lentilele cu distanță focală reglabilă (zoom) poate fi variată distanța focală pentru a modifica dimensiunea imaginii formate în aparatul foto. Aproape toate lentilele cu zoom schimbă automat deschiderea în funcție de distanța focală, astfel încât să mențină o valoare f-stop constantă. Diametrul fizic al lentilei limitează deschiderea maximă; deschiderea diafragmei nu poate fi mai mare decât lentila însăși. Dacă lungimea focală este mai mică, cea mai mare deschidere posibilă reprezintă o valoare f-stop mai mică, ceea ce permite pătrunderea unei cantități mai mari de lumină, o situație avantajoasă atunci când vreți să faceți fotografii în condiții de iluminare scăzută. Ca urmare, producătorii de lentile vă permit să beneficiați de valorile f-stop mai mici pentru distanțe focale mai mari, iar valorile f-stop minime variază cu distanța focală a lentilei. Valoarea f-stop cea mai mare reprezintă parametrul cel mai mare care poate fi folosit pentru cea mai mare distanță focală a lentilei. Valoarea mai mică reprezintă numărul f-stop cel mai mic care poate fi folosit pentru distanța focală cea mai favorabilă.

Atunci când este folosită o lentilă, valorile stabilite pentru deschidere și f-stop, pe lângă timpul de expunere, pot avea un efect dramatic asupra imaginii finale. Valoarea f-stop determină *profunzimea de câmp*[1] (sau, mai corect, *profunzimea de focalizare*) a imaginii.

## Distanța focală

În termeni tehnici, distanța focală a unei lentile este distanța dintre punctul nodal al lentilei și planul în care este focalizată o imagine aflată la distanță infinită față de lentilă, adică planul în care apare cea mai clară imagine. Deși, la prima vedere, acest concept pare să nu aibă nici o valoare practică pentru aprecierea aparatelor foto sau a lentilelor, distanța focală are și un aspect important. Aceasta determină câmpul vizual al lentilei și, ca urmare, dimensiunea imaginii. Ca aspect practic, o lentilă cu distanță focală mică asigură un câmp vizual mare și face ca lucrurile să pară mai mici și mai îndepărtate. O lentilă cu distanța focală mare asigură un câmp vizual îngust și imagini mai mari, care par mai apropiate. Alegerea distanței focale afectează și alte aspecte ale imaginii, aspecte estetice care sunt tratate mai bine într-o carte de artă decât într-una despre hardware.

Mai mare, mai larg, mai mic și mai apropiat sunt concepte relative. În cazul lentilelor, comparația se face cu o lentilă „normală“. Din motive care nu sunt imediat evidente, lumea fotografilor a stabilit că o lentilă normală are un câmp vizual de 46 de grade. Aceasta înseamnă că unghiul format între aparatul foto, limita din stânga și limita din dreapta ale imaginii formează un unghi de 46 de grade. Pentru un aparat foto de 35 mm, aceasta înseamnă că o lentilă de 50 mm este „normală“.

Nu toată lumea este de acord. Unii consideră că o lentilă normală ar trebui să aibă o distanță focală corespunzătoare cu formatul imaginii. Diagonala unui cadru dintr-un film de 35 de milimetri măsoară 43 de milimetri, așa că aceasta ar trebui să fie distanța focală

1 Profunzimea de câmp reprezintă distanța pentru care obiectele din fața și din spatele subiectului rămân clare. Teoretic, diametrul cercului de difuzie este Z=f/1500, fiind stabilit prin convenție și în funcție de puterea de rezoluție a ochiului uman. În practică, profunzimea de câmp depinde de mărirea fotografiei pe hârtie. (n. trad.)

„normală“ a lentilei. Alții au comparat picturile cu vederile reale și au descoperit că mulți artiști par să-și focalizeze privirea pe o imagine echivalentă cu cea formată de o lentilă de 90 de milimetri pe un film de 35 de milimetri. Distanța focală necesară pentru câmpul vizual normal al unui senzor CCD de un sfert de inci este de aproximativ 7 milimetri; pentru un senzor de o treime de inci, 6,9 milimetri; pentru un senzor CCD de jumătate de inci, 9,3 milimetri. Tabelul 15.2 compară câmpul vizual, pentru diferite distanțe focale și formate de imagini.

**Tabelul 15.2** Dimensiunile senzorilor de imagine

| *Format* | *6x4,5* | *35 mm* | *1inci, CCD* | *3/4 inci, CCD* | *1/2 inci, CCD* | *1/3 inci, CCD* | *1/4 inci, CCD* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Unități* | *Centimetri* | *Milimetri* | *Milimetri* | *Milimetri* | *Milimetri* | *Milimetri* | *Milimetri* |
| *Diagonală* | *7,50* | *43,27* | *25,40* | *19,05* | *12,70* | *8,47* | *6,35* |
| 115,00 | 2,39 | 13,78 | 8,09 | 6,07 | 4,05 | 2,70 | 2,02 |
| 110,00 | 2,63 | 15,15 | 8,89 | 6,67 | 4,45 | 2,96 | 2,22 |
| 105,00 | 2,88 | 16,60 | 9,75 | 7,31 | 4,87 | 3,25 | 2,44 |
| 100,00 | 3,15 | 18,15 | 10,66 | 7,99 | 5,33 | 3,55 | 2,66 |
| 95,00 | 3,44 | 19,82 | 11,64 | 8,73 | 5,82 | 3,88 | 2,91 |
| 90,00 | 3,75 | 21,63 | 12,70 | 9,52 | 6,35 | 4,23 | 3,17 |
| 85,00 | 4,09 | 23,61 | 13,86 | 10,39 | 6,93 | 4,62 | 3,46 |
| 80,00 | 4,47 | 25,78 | 15,14 | 11,35 | 7,57 | 5,05 | 3,78 |
| 75,00 | 4,89 | 28,19 | 16,55 | 12,41 | 8,28 | 5,52 | 4,14 |
| 70,00 | 5,36 | 30,90 | 18,14 | 13,60 | 9,07 | 6,05 | 4,53 |
| 65,00 | 5,89 | 33,96 | 19,93 | 14,95 | 9,97 | 6,64 | 4,98 |
| 60,00 | 6,50 | 37,47 | 22,00 | 16,50 | 11,00 | 7,33 | 5,50 |
| 55,00 | 7,20 | 41,56 | 24,40 | 18,30 | 12,20 | 8,13 | 6,10 |
| 50,00 | 8,04 | 46,39 | 27,24 | 20,43 | 13,62 | 9,08 | 6,81 |
| 45,00 | 9,05 | 52,23 | 30,66 | 23,00 | 15,33 | 10,22 | 7,67 |
| 40,00 | 10,30 | 59,44 | 34,89 | 26,17 | 17,45 | 11,63 | 8,72 |
| 35,00 | 11,89 | 68,61 | 40,28 | 30,21 | 20,14 | 13,43 | 10,07 |
| 30,00 | 14,00 | 80,74 | 47,40 | 35,55 | 23,70 | 15,80 | 11,85 |
| 25,00 | 16,92 | 97,58 | 57,29 | 42,96 | 28,64 | 19,10 | 14,32 |
| 20,00 | 21,27 | 122,69 | 72,03 | 54,02 | 36,01 | 24,01 | 18,01 |
| 15,00 | 28,48 | 164,32 | 96,47 | 72,35 | 48,23 | 32,16 | 24,12 |
| 10,00 | 42,86 | 247,27 | 145,16 | 108,87 | 72,58 | 48,39 | 36,29 |
| 8,00 | 53,63 | 309,37 | 181,62 | 136,21 | 90,81 | 60,54 | 45,40 |
| 6,00 | 71,55 | 412,79 | 242,33 | 181,75 | 121,16 | 80,78 | 60,58 |

*continuare*

**Tabelul 15.2** Continuare

| *Format* | *6x4,5* | *35 mm* | *1inci, CCD* | *3/4 inci, CCD* | *1/2 inci, CCD* | *1/3 inci, CCD* | *1/4 inci, CCD* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5,00 | 85,89 | 495,48 | 290,88 | 218,16 | 145,44 | 96,96 | 72,72 |
| 4,00 | 107,39 | 619,50 | 363,68 | 272,76 | 181,84 | 121,23 | 90,92 |
| 3,00 | 143,21 | 826,14 | 484,99 | 363,74 | 242,50 | 161,66 | 121,25 |
| 2,00 | 214,84 | 1239,37 | 727,58 | 545,69 | 363,79 | 242,53 | 181,90 |
| 1,00 | 429,71 | 2478,93 | 1455,27 | 1091,45 | 727,64 | 485,09 | 363,82 |

## Zoom

În termeni tehnici, o lentilă cu distanță focală reglabilă (zoom) este o lentilă care vă permite să îi schimbați distanța focală într-un anumit domeniu. Pentru cei mai mulți oameni, mai important este efectul acestui proces. Lentilele cu zoom vă permit să schimbați dimensiunea imaginii în dispozitivul de vizualizare, pe film și în fișiere. Prin mărire, obiectele par mai mari, ca și cum v-ați apropia de ceea ce fotografiați. Prin micșorare, lucrurile par mai mici și încap mai multe în cadru. Acest fenomen, numit zoom sau efect de lupă, are și alte efecte – schimbarea profunzimii de câmp și comprimarea distanțelor, concepte despre care vom discuta mai târziu.

În cazul fotografiei chimice, efectul de lupă se realizează numai cu ajutorul lentilelor. Fotografia digitală adaugă o altă modalitate – zoomul electronic sau digital. Deși ambele au același rezultat, cele două forme de zoom afectează în mod diferit ceea ce vedeți în imaginea finală. Cele două forme de zoom sunt complementare. Pot fi folosite împreună (și deseori chiar sunt) pentru a crește domeniul de zoom.

### Zoom optic

Efectul de lupă clasic este optic, fiind creat în întregime de lentile. Principiul optic este simplu. O lentilă cu zoom este adăugată la o altă lentilă, pentru mărire, care crește dimensiunea imaginii, aparent prin creșterea distanței focale a primei lentile. Efectul de mărire se schimbă prin modificarea distanței dintre cele două lentile, așa că puteți să schimbați continuu distanța focală prin deplasarea lentilei de mărire față de lentila originală.

În practică, lentilele cu zoom nu sunt atât de simple. Sunt unele dintre cele mai complexe dispozitive optice folosite pe scară largă. Acestea au mai multe lentile pentru corectarea problemelor și distorsiunilor apărute în procesul de zoom – de exemplu, pentru menținerea unei valori f-stop constante pe măsură ce distanța focală a lentilei se schimbă.

Păstrarea calității imaginii produse de lentile în tot domeniul de zoom a fost întotdeauna o provocare pentru proiectanții de dispozitive optice. Grație calculatoarelor moderne, a devenit posibilă crearea unor lentile de zoom cu calități extraordinare. Modelele sunt complexe, ceea ce înseamnă că sunt scumpe. Acesta este principalul dezavantaj al zoomului optic.

Calitatea imaginii – respectiv claritatea, contrastul și saturarea culorilor – realizate de o lentilă cu zoom modernă nu se schimbă în întregul domeniu de zoom al lentilei. Nu uitați acest aspect – este principalul avantaj al zoomului optic.

## Zoom digital

Zoomul optic acționează asupra imaginii înainte ca aceasta să fie formată pe senzorul CCD din interiorul aparatului foto. Zoomul digital manipulează imaginea după ce aceasta este înregistrată de senzorul CCD. De fapt, zoomul digital nu este altceva decât o interpolare a imaginii pentru obținerea unei alte dimensiuni. Același proces poate fi efectuat și de programe de editare a imaginilor instalate pe PC. Este numit zoom digital deoarece procesul se desfășoară în interiorul aparatului digital, iar rezultatele sunt afișate de dispozitivul de vizualizare.

La fel ca pentru orice interpolare, calitatea poate avea de suferit. Procesul de interpolare nu poate să creeze date care nu există. Deoarece prin procesul de zoom este umplut întregul cadru cu imaginea luată dintr-o fracțiune a cadrului, eliminând restul, calitatea imaginii mărite este inevitabil mai mică decât a imaginii originale.

O excepție este cazul în care nu lucrați cu rezoluția maximă a aparatului – de exemplu, dacă produceți o imagine VGA (640x480 de pixeli) cu un aparat cu rezoluție mai mare (cum ar fi SXGA, cu 1.280x960 pixeli). În acest caz, pentru mărire sunt selectați pixeli din imaginea originală, fără interpolare, așa că nu apar pierderi de calitate; calitatea este deja compromisă prin selectarea unei rezoluții mai mici.

Zoomul digital are și un alt dezavantaj. Nu este economic. Creează un fișier mai mare și mai multe date, fără să adauge noi informații. Deoarece zoomul digital nu este decât o interpolare, puteți să obțineți același efect și cu ajutorul programelor de editare a imaginilor. Creșterea dimensiunii fișierului stocat de aparatul foto nu are sens. Aveți mai multe date de stocat în aparat, de transferat pe PC și de păstrat în fișiere, fără nici o informație suplimentară. Din acest punct de vedere, nu este nevoie să apelați la mărirea digitală *decât dacă vreți să vedeți o imagine mai mare în dispozitivul de vizualizare al aparatului.* În orice altă situație, este mai bine să lăsați mărirea imaginilor în seama programelor de pe PC.

## Domeniul de zoom

Domeniul de zoom al lentilei este dat de  factorul x. Factorul „x“ reprezintă raportul dintre cea mai mare și cea mai mică distanță focală a lentilei de zoom. De exemplu, o lentilă cu distanța focală între 50 și 150 mm este descrisă ca având factorul de zoom 3x. Factorul x descrie puterea de creștere a dimensiunilor liniare ale imaginii produse. Pentru un zoom 3x, de exemplu, imaginea cea mai mare este de trei ori mai înaltă și de trei ori mai lată decât imaginea cea mai mică.

Un domeniu de zoom mai mare este mai bun decât unul mai mic și, de obicei, costă mai mult. Uneori, producătorii de aparate foto publică posibilitățile totale de mărire ale aparatelor ca o singură cifră, care este produsul posibilităților de mărire optice (utile) și digitale (îndoielnice). De exemplu, un aparat foto prezentat ca având un factor de mărire 6x poate avea o mărire optică 3x și o mărire digitală 2x. Pentru cele mai multe situații practice, puteți să considerați că posibilitățile de mărire ale unui astfel de aparat sunt 3x.

## Lentile adiționale

Așa cum lentilele moderne sunt formate din mai multe elemente, puteți să adăugați elemente adiționale la o lentilă ca să îi schimbați caracteristicile fundamentale. De exemplu, dacă plasați un element pozitiv (convex) în fața lentilei aparatului foto, focalizarea imaginii se va face mai aproape. Elementele adiționale pe care puteți să le atașați la lentila unui aparat foto se numesc *lentile suplimentare* sau lentile adiționale. Unii producători de aparate foto digitale numesc aceste elemente *lentile de conversie.*

În prezent sunt disponibile patru tipuri de lentile adiționale:

- **Telefotoconvertoarele** (telephoto converters) fac imaginile de la distanță să pară mai apropiate și mai mari, fără să afecteze posibilitatea aparatului de focalizare pe obiectele îndepărtate.
- **Convertoarele de apropiere** (close-up converters) permit aparatului foto să umple un cadru cu imaginea unui obiect aflat în apropiere. Puteți să fotografiați obiecte mai apropiate, dar, atunci când folosiți convertorul, nu mai puteți să vă focalizați pe obiectele îndepărtate.
- **Convertoarele panoramice** (wide-angle converters), numite și convertoare superangulare, permit aparatului să accepte imagini cu un unghi mai mare. Aceste convertoare îmbunătățesc fotografiile de peisaj, dar pot fi chiar mai utile în interior, atunci când nu puteți să vă îndepărtați suficient de mult ca să încadrați subiecte mari (cum ar fi un grup de persoane).
- **Convertoarele „ochi de pește"** (fisheye converters) măresc unghiul camerei până la limita extremă, oferindu-vă o imagine de 180 de grade, prin curbarea liniilor drepte astfel încât acestea să încapă în cadru.

Care dintre cele patru tipuri de convertoare sunt disponibile pentru aparatul dumneavoastră depinde de ceea ce oferă producătorul aparatului și dacă produsele apărute ulterior pe piață sunt compatibile cu aparatul. Dacă vreți să experimentați diferite teleobiective sau obiective panoramice, verificați ce opțiuni aveți la dispoziție înainte de a cumpăra un nou aparat foto digital.

## Obturatoarele

Rolul obturatorului este să limiteze cantitatea de lumină care intră în aparatul foto. Prea multă lumină va supraexpune filmul sau va supraîncărca senzorul CCD, dar limitarea cantității de lumină nu este singura funcție a obturatorului. În definitiv, și micșorarea deschiderii poate să împiedice supraexpunerea. Obturatorul controlează expunerea prin durată, perioada de timp pentru care este permisă pătrunderea luminii în aparatul de fotografiat. Imaginile se schimbă în timp; oamenii clipesc, caii galopează, mașinile de curse se întrec, iarba crește și vopseaua se cojește. Limitând perioada de timp în care este captată lumina, aparatul foto poate să înregistreze o imagine în timpul căreia mișcarea este minimă, chiar invizibilă. Un obturator rapid poate să elimine mișcarea – sau, mai corect, efectul de încețoșare produs de mișcare în imaginile captate.

### Viteza obturatorului

De-a lungul anilor, vitezele obturatorului au fost standardizate într-o secvență în care fiecare viteză este de două ori mai mare decât viteza anterioară, ceea ce înseamnă că reduce la jumătate cantitatea de lumină. Ca urmare, fiecare pas al vitezei obturatorului afectează cantitatea de lumină care ajunge la film sau la senzorul de imagine la fel ca și valorile standard f-stop[1]. Tabelul 15.3 prezintă vitezele standard ale obturatorului.

1 De exemplu, dacă expunerea corectă este dată de perechea timp de expunere 1/60 și deschidere 5,6, se poate obține trecerea aceleiași cantități de lumină către senzor sau film cu oricare dintre următoarele perechi: (1/4;22), (1/8;16), (1/15;11), (1/30;8), (1/125;4), (1/250;2,8), (1/500;2), (1/1000;1,4). Totuși, perechile nu sunt perfect echivalente. Dacă se dorește „înghețarea" unui obiect în mișcare, trebuie aleasă o pereche cu timp de expunere cât mai scurt, cum ar fi (1/500;2). Dacă se dorește o profunzime de câmp mare, trebuie aleasă o pereche în care deschiderea diafragmei să fie cât mai mică, precum (1/30;8). (n. trad.)

**Tabelul 15.3** Vitezele obturatorului

| *Valoarea indicată pe aparat* | *Timpul real de expunere* |
|---|---|
| 1 | 1 secundă |
| 2 | 0,5 secunde |
| 4 | 0,25 secunde |
| 8 | 0,125 secunde |
| 15 | 0,073 secunde |
| 30 | 0,033 secunde |
| 60 | 0,0167 secunde |
| 125 | 0,008 secunde |
| 250 | 0,004 secunde |
| 500 | 0,002 secunde |
| 1000 | 0,001 secunde |
| 2000 | 0,0005 secunde |
| 4000 | 0,00025 secunde |

Pe aparatele foto obișnuite, vitezele obturatorului sunt marcate fără indicația „1/“. Ca urmare, crestătura pentru 1/125 de secunde este identificată, simplu, 125.

Aparatele foto diferă prin vitezele pe care vi le pun la dispoziție. Numai aparatele profesionale, mai scumpe, oferă viteze de 1/2000 de secunde sau mai mari.

Alegerea vitezei obturatorului nu se face la întâmplare. Dumneavoastră (sau programul unui aparat foto automat) trebuie să luați în considerare mai mulți factori. Cele mai importante sunt expunerea corespunzătoare și reducerea vibrației aparatului.

Pentru un aparat foto de 35 de milimetri, conform unei reguli deseori întâlnite, cea mai mică viteză care asigură imagini clare, în cazul ținerii aparatului în mână, este egală cu 1 raportat la distanța focală a lentilei (sau mai mare). De exemplu, cea mai mică viteză pentru un aparat standard cu lentilă de 50 de milimetri, ținut în mână, este 1/60 de secunde. Unii oameni pot obține expuneri clare pentru timpi de expunere cu unul sau două niveluri mai mici decât regula generală. Atunci când aveți nevoie de expuneri mai lungi decât valorile recomandate, ar trebui să montați aparatul pe un trepied, ca să evitați mișcarea acestuia. Însă, un trepied nu este o soluție universală. Nu poate împiedica încețoșarea imaginii atunci când subiectul fotografiat se mișcă.

## Detectarea expunerii

Cea mai importantă sarcină a oricărui aparat foto este controlul luminii. Aparatul împiedică lumina să ajungă la film sau la senzorul de imagine, cu excepția cantității mici de lumină care trece prin lentilă. Chiar și acest mic flux de lumină trebuie să fie controlat cu grijă. Dacă lumina este prea puțină, imaginea nu este înregistrată. Dacă este prea multă, filmul este supraexpus sau senzorul de imagine este supraîncărcat (sau chiar deteriorat).

Aparatul foto controlează în două moduri lumina care formează imaginea: folosind un obturator ca să limiteze perioada de timp cât lumina ajunge la film sau la senzor și

folosind deschiderea ca să controleze fluxul de lumină în perioada respectivă. Problema pe care trebuie să o rezolve aparatul și operatorul acestuia este de a stabili cantitatea corectă de lumină care trebuie să pătrundă în aparat. Acesta este momentul în care trebuie să fie ajustate obturatorul și diafragma pentru a permite numai unei fracțiuni din lumina din scena originală să pătrundă în aparatul foto.

Problema se rezumă la măsurarea strălucirii scenei pe care vreți să o fotografiați. Un dispozitiv special, numit exponometru, face exact acest lucru. Procesul de determinare a strălucirii unei scene se numește măsurarea luminii sau a expunerii.

Cel mai strălucitor subiect pe care îl fotografiază cei mai mulți oameni este o zi însorită. Deși unele zile sunt mai însorite decât altele, iar unele locuri sunt mai strălucitoare decât altele (o zi fără nori la schi este probabil mai luminoasă decât orice altceva), acest nivel de iluminare stabilește limita superioară pentru strălucirea oricărui subiect pe care este probabil să îl fotografiați.

Cât de strălucitoare este lumea depinde de punctul dumneavoastră de observație. O zi însorită în Aspen este mai strălucitoare decât o noapte în Carlsbad Caverns, iar dumneavoastră vă așteptați ca aparatul foto să se adapteze la diferență. Dar aparatele foto trebuie să facă față unei probleme în scenele din lumea reală. O anumită scenă conține, probabil, mai multe niveluri de strălucire, iar nivelul de strălucire măsurat de exponometru depinde de punctul în care se face măsurarea.

Strălucirea nu este o proprietate a scenei în ansamblu, ci a fiecărei părți a scenei. Atâta timp cât lumea nu este colorată într-un gri uniform, unele părți vor fi mai strălucitoare decât altele. Această diferență inevitabilă de strălucire este utilă; dacă nu ar exista, nu ați vedea nimic. Dar creează o problemă dificilă pentru măsurarea expunerii: unde ar trebui să măsurați strălucirea unei scene?

Răspunsul la această întrebare este greu, deoarece nu există un singur răspuns corect. Desigur, există câteva opțiuni evidente: să măsurați totul, să măsurați punctul cel mai strălucitor, să faceți media între zona cea mai strălucitoare și zona cea mai întunecată, să măsurați numai centrul și așa mai departe. Deși aproape orice strategie are ca rezultat o imagine deseori acceptabilă, nici una nu va produce întotdeauna cea mai bună imagine posibilă. Descoperirea unei modalități de evaluare a strălucirii imaginii într-un număr cât mai mare de situații a fost o provocare pentru proiectanții de aparate foto, încă de când aceștia au lipit primele celule de seleniu[1] pe propriile produse.

Apariția aparatelor foto digitale a schimbat numai mecanica procesului. Aparatele foto convenționale măsoară strălucirea cu ajutorul unor dispozitive electronice suplimentare numite fotocelule. Dimensiunea, costul și poziția fotocelulelor limitează inevitabil posibilitățile de măsurare pe care le are proiectantul unui aparat foto. Aparatele foto digitale (ca și camerele video, de altfel) produc un semnal electronic măsurabil pentru strălucirea fiecărui pixel. Proiectantul camerei nu trebuie decât să stabilească modul de combinare a acestor semnale pentru a controla deschiderea diafragmei și obturatorul.

Problema nu este de a stabili doar ce pixeli vor fi eșantionați, ci și importanța acordată semnalului corespunzător fiecărui pixel – adică influența pe care o are fiecare dintre cele peste un milion de semnale. Regulile țin în aceeași măsură de estetică și de inginerie. De-a lungul anilor, au fost testate mai multe tehnici, a căror complexitate a crescut o dată

1 Unul dintre materialele folosite pentru fotodiodele exponometrelor încorporate, alături de fosfoarseniura de galiu, sulfura de cadmiu și sulfoseleniura de cadmiu. (n. trad.)

cu progresele tehnice. Există trei opțiuni principale (în ordinea introducerii): cadru complet, pată (spot) și matrice, grupate laolaltă ca modele de măsurare.

Cea mai avansată formă de măsurare nu se limitează la integrarea nivelului de luminozitate în întreaga scenă sau pe o pată cu deschiderea de 10 grade. Aceasta se bazează pe metode de calcul pentru a determina subiectul pe care vreți să îl fotografiați – nu un adevărat simț artistic, dar nu departe de acesta. În locul unui singur senzor de măsurare, aparatul foto folosește mai mulți senzori, aranjați într-o matrice pe toată imaginea. Fiecare senzor trimite un semnal către un mic calculator din interiorul aparatului, care caută un model[1] în nivelurile relative de strălucire detectate de fiecare senzor.

Producătorii de aparate foto au descoperit că anumite modele de strălucire – de exemplu, strălucitor către margini, dar întunecat în centru – sunt semne distinctive pentru situații obișnuite. Exemplul de mai sus indică un subiect iluminat din spate, probabil un portret al unei persoane, cu soarele din spate. După ce aparatul identifică situația în care se face fotografia, ajustează parametrii diferitelor elemente ale senzorului. De exemplu, în loc să facă ajustările în funcție de strălucirea întregii imagini, aparatul foto, în urma analizării compoziției, măsoară strălucirea în centrul imaginii, acolo unde se află subiectul, ignorând luminozitatea mai mare din spatele acestuia.

## Controlul expunerii

Măsurarea nu face decât să creeze informații. Următorul pas constă în folosirea informațiilor obținute de sistemul de măsurare. Există două posibilități: să lăsați aparatul să folosească aceste informații sau să faceți singur ajustările necesare. Cu alte cuvinte, aveți de ales între controlul automat sau manual al expunerii.

### Controlul manual

Expunerea manuală este metoda mai veche. Citiți exponometrul (care se poate afla în interiorul aparatului, fiind afișat în vizorul unui aparat digital modern), apoi ajustați viteza obturatorului și deschiderea diafragmei, în funcție de recomandările acestuia. Exponometrele mai vechi vă cer să faceți ajustările până când un ac ajunge în centrul scalei; aparatele mai noi pot să vă ceară să faceți ajustările până când un led roșu devine verde, sau în funcție de alt sistem absurd de indicare.

În cele mai multe cazuri, sistemele de expunere manuală sunt folosite deoarece producătorii nu au găsit o soluție de automatizare. Totuși, expunerea manuală vă oferă controlul total. Vă permite să controlați profunzimea câmpului vizual al fotografiilor, nivelul de încețoșare creat de mișcarea subiectului și alte efecte artistice. Dacă doriți să faceți fotografii cu pretenții artistice, probabil aveți nevoie de un aparat foto care vă permite să reveniți la controlul manual al expunerii.

### Controlul automat

Expunerea automată nu este un singur miracol, ci o sumă de minuni. Sistemele de expunere automată pot opera în oricare dintre următoarele moduri și chiar vă pot permite să alegeți modul de lucru:

- **Prioritate pentru deschiderea diafragmei.** În acest mod de lucru trebuie să stabiliți deschiderea diafragmei, iar viteza obturatorului este stabilită automat pentru asigurarea unei expuneri corespunzătoare.

1 Unele aparate avansate stochează în memorie zeci de mii de modele de iluminare, folosite pentru compararea cu valorile măsurate. (n. trad.)

• **Prioritate pentru viteza obturatorului.** În acest mod de lucru trebuie să stabiliți viteza obturatorului, iar deschiderea diafragmei este stabilită automat pentru asigurarea unei expuneri corespunzătoare.

• **Programată.** În acest mod de lucru nu trebuie decât să îndreptați aparatul în direcția în care vreți să faceți fotografia, iar viteza obturatorului și deschiderea diafragmei sunt stabilite automat, în funcție de un program înregistrat în aparat.

Programele folosite de sistemele de expunere programată depind de producător. Unii preferă timpi de expunere mai scurți, pentru a evita încețoșarea fotografiilor, în cazul folosirii unor lentile cu distanță focală mare. Alții preferă deschideri mai mici, care oferă o profunzime de câmp mai mare, ceea ce simplifică sarcinile sistemelor de focalizare automată. Aparatele foto mai scumpe vă permit să selectați diferite programe, în funcție de situația în care faceți fotografia. Unele aparate foto vă permit chiar să creați programe proprii sau să selectați programe mai exotice stocate pe cartele de memorie amovibile.

În orice caz, cele mai multe aparate foto vă avertizează optic sau sonor dacă încercați să fotografiați o scenă din afara domeniului în care sistemul de expunere automată poate asigura o expunere corespunzătoare. (Câteva aparate pot chiar să vă împiedice să faceți o fotografie pentru care consideră că nu pot asigura expunerea corespunzătoare.) De obicei, ajustarea parametrului lăsat pentru controlul manual (deschiderea diafragmei sau viteza obturatorului, în funcție de prioritate) rezolvă aceste dificultăți, dacă scena nu este prea întunecată.

Compromisul între expunerea automată și cea manuală constă în ajustarea automată a aparatului, dar oferindu-vă dumneavoastră posibilitatea de a lua decizia finală. În acest fel, aparatul foto face propriile ajustări, dar vă permite să preluați controlul atunci când apar probleme.

Pentru a vă permite să ignorați sistemul de expunere automată și să efectuați o ajustare fină a imaginii, cele mai multe aparate foto vă pun la dispoziție *controale pentru compensarea expunerii*. Acestea sunt numite și comutatoare pentru iluminarea din spate[1] (sau ceva asemănător), ca recunoaștere a situațiilor care au nevoie cel mai des de compensare: cazurile în care sursa de lumină se află în spatele subiectului, ceea ce face ca fundalul să fie mai strălucitor decât prim-planul. Controalele de compensare a expunerii cer aparatului foto să supraexpună imaginea generală, astfel încât subiectul să fie adus în domeniul de expunere corespunzător. Supraexpunerea este utilă și în alte situații speciale, cum ar fi scenele cu zăpadă sau cele cu nisip strălucitor, cum ar fi pe o plajă. Deși exponometrele avansate, care folosesc o matrice de senzori, ar trebui să facă față unor astfel de tipuri de iluminare, un aparat cu compensarea expunerii vă oferă un anumit grad de control, fără să sacrifice operarea automată generală.

## Domeniul de expunere

Varietatea situațiilor de iluminare cărora le poate face față un aparat foto, de la cea mai întunecată la cea mai luminoasă, formează domeniul de expunere al aparatului. Această valoare reprezintă o combinație între sensibilitatea aparatului, posibilitățile de ajustare pentru excesul de lumină, folosind obturatorul și deschiderea, și ajustările electronice ale imaginii (cum ar fi controlul automat al câștigului – AGC, automatic gain control).

De obicei, producătorii de aparate foto exprimă domeniul de expunere prin indici de expunere (EV – exposure value), un număr care reprezintă toate combinațiile între

1 Numite uneori compensatoare de contralumină. (n. trad.)

vitezele obturatorului și deschiderea diafragmei care permit aceeași cantitate de lumină să ajungă la film sau la senzorul de imagine. Modificarea cu o unitate a valorii EV este echivalentă cu dublarea cantității de lumină (prin schimbarea vitezei obturatorului sau a deschiderii diafragmei cu un pas). Pentru a exprima posibilitățile de lucru ale unui aparat foto digital în scene reale, valorile EV trebuie să fie exprimate în viteze ISO echivalente.

O valoare EV 14 este echivalentă cu nivelul unei zile însorite pentru standardul ISO 100. Un domeniu de expunere de la EV 5 la EV 16 poate face față unor scene diverse, de la interioare bine iluminate la scene însorite de schi.

Deoarece deschiderea maximă a lentilelor cu zoom moderne se modifică în funcție de distanța focală, și domeniul de expunere se schimbă. Ca urmare, unii producători de aparate foto prezintă domeniul de expunere atât pentru fotografierea cu unghi mare (W – wide), cât și cu teleobiectiv (T).

Aparatele foto trebuie să facă față unor probleme de expunere nu numai între scene, ci și în cadrul aceleiași scene. Nu toate scenele sunt uniform luminate. Unele conțin porțiuni foarte strălucitoare sau foarte întunecate. Diferența dintre părțile cele mai strălucitoare și cele mai întunecate reprezintă raportul de contrast. Manipularea raporturilor mari de contrast este cea mai mare problemă pentru orice tehnologie de formare a imaginilor.

## Blițul

Indiferent cât de sensibil este filmul sau senzorul CCD, nu puteți să formați o imagine în întuneric complet. Dacă este cu adevărat întuneric, nu există suficienți fotoni disponibili pentru a fi înregistrați de film sau de senzorul CCD. Pentru a vă permite să faceți fotografii chiar și atunci când lumina este insuficientă, cele mai multe aparate foto automate (inclusiv cele mai ieftine modele digitale) includ o sursă proprie de fotoni – un bliț. Rolul unui bliț este de a produce pentru o perioadă scurtă o lumină puternică. Deși în trecut se bazau pe mici explozii produse în interiorul unui bec, blițurile actuale funcționează prin excitarea unei cantități de xenon pentru producerea unui impuls luminos de mică durată, dar puternic. Durata mică a luminii produse de bliț permite captarea unei imagini statice (obiectul iluminat nu se poate mișca prea mult în timpul impulsului scurt), așa cum un stroboscop mecanic pare că oprește mișcarea. Iluminarea repetată cu un bliț poate simula un stroboscop și, ca urmare, unii fotografi numesc blițul chiar stroboscop. Un alt termen folosit în mod obișnuit este „speedlight“ („lumină rapidă“), creat probabil de producători care ar dori să facă uitate perioadele mari de timp necesare pentru reîncărcarea blițului.

Atunci când evaluați blițurile separate sau încorporate în aparatele foto, trebuie să țineți seama de câteva aspecte importante. Acestea includ numărul de ghid, controlul expunerii, reducerea efectului de înroșire a ochilor și posibilitatea de conectare externă.

Numărul de ghid al unui bliț vă permite să determinați deschiderea diafragmei pentru asigurarea unei expuneri corespunzătoare. Numerele de ghid depind de viteza filmului, așa că le veți întâlni, probabil, sub forma „Număr de ghid 50 pentru film ASA 100“ („Guide number 50 with ASA 100 film“). Numerele de ghid ale blițurilor integrate în aparatele foto digitale sunt calibrate la sensibilitatea senzorului CCD, așa că nu este obligatoriu să includă o valoare ASA, deși unii producători menționează și valoarea ASA echivalentă.

În cele mai multe situații, nu trebuie să vă preocupe aceste numere. Toate blițurile aparatelor foto digitale sunt automate. Acestea sunt proiectate astfel încât să furnizeze

cantitatea de lumină necesară pentru iluminarea corespunzătoare a subiectului fotografiat. Numerele de ghid sunt utile atunci când vreți să determinați distanța maximă la care blițul este eficient. Dar această distanță este de obicei precizată în specificațiile tehnice ale aparatului, așa că nu trebuie să vă mai bateți capul cu calculele.

Distanța eficientă a blițului este limitată de elemente simple de fizică. Fasciculele de lumină sunt inevitabil divergente, indiferent cât de mult încearcă inginerii să le păstreze concentrate. Chiar și fasciculele laser sunt divergente, iar lumina obișnuită se comportă și mai rău din acest punct de vedere. Pe măsură ce fasciculul de lumină se lărgește, același număr de fotoni trebuie să acopere o suprafață din ce în ce mai mare, rămânând din ce în ce mai puțin pe o suprafață dată, iar mai puțini fotoni înseamnă o lumină mai slabă.

Cazul cel mai dezavantajos pentru diminuarea intensității luminii este sursa punctuală; lumina se împrăștie în toate direcțiile. În asemenea situații, lumina respectă o lege invers pătratică. Intensitatea scade cu pătratul distanței. La o distanță de două ori mai mare de sursă, lumina scade la un sfert. Atunci când vă îndepărtați liniar de sursa de lumină, vă mișcați într-o singură dimensiune. Dar lumina se împrăștie în două dimensiuni, pe verticală și pe orizontală, așa că în formula de calcul a intensității, înălțimea se înmulțește cu lățimea.

Proiectanții de blițuri folosesc reflectoare și uneori chiar lentile pentru a controla împrăștierea luminii. Împrăștierea nu trebuie redusă la minim, deoarece în acest caz s-ar obține un fascicul de lumină de grosimea unui creion, care ar ilumina numai un punct din subiectul fotografiat. Proiectanții controlează împrăștierea luminii astfel încât suprafața iluminată să fie aproximativ egală cu suprafața pe care o „vede" lentila aparatului.

Pornind de la legea de dispersie a luminii, puteți să calculați cât se diminuează lumina cu distanța, folosind operații trigonometrice simple. Dar cel mai bine este să lăsați producătorul aparatului să facă acest lucru și să citiți din specificațiile tehnice distanța maximă la care poate fi folosit blițul. Această distanță ia în calcul nu numai împrăștierea luminii, ci și intensitatea inițială și intensitatea minimă necesară pentru înregistrarea imaginii. Aceasta este distanța maximă la care puteți să folosiți blițul și aparatul foto.

## Focalizarea

Toate lentilele trebuie să fie focalizate ca să formeze o imagine clară. În punctul de focalizare[1], razele de lumină emise din orice punct al subiectului sunt transformate din nou în imaginea rezultată într-un singur punct – sau cât mai aproape posibil de un singur punct. Razele de lumină (fotonii) pornesc de la subiect în multe direcții. Câteva dintre acestea ajung la lentilă. Cu cât deschiderea lentilei este mai mare, cu atât mai mulți fotoni sunt colectați. Apoi, sarcina suprafeței curbe a lentilei este să îndrepte fotonii într-o nouă direcție. Diferitele puncte ale lentilei modifică direcția fotonilor în funcție de unghiul sub care fotonii părăsesc subiectul. După ce lentila modifică direcția fotonilor, aceștia își continuă deplasarea în linie dreaptă. Fotonii care pornesc dintr-un anumit punct al subiectului converg la o anumită distanță de lentilă. La o distanță mai mare sau mai mică decât punctul de convergență, fotonii sunt încă departe unul de altul, într-o formă asemănătoare cu cea a deschiderii. Atunci când focalizați o lentilă, trebuie să o deplasați mai departe sau mai aproape de film sau de senzorul de imagine ca să obțineți distanța corespunzătoare.

1 Numit uneori „focarul lentilei". (n. trad.)

Totul pare frumos până aici. Vă gândiți că puteți să focalizați lentila și să uitați de acest lucru. Dar lumina nu este atât de cooperantă. Cu cât lentila este mai departe de subiect, cu atât fotonii se împrăștie mai mult; unghiul cu care lovesc lentila și unghiul corespunzător cu care lentila le modifică direcția se schimbă. Ca rezultat, se schimbă și distanța la care lentila focalizează imaginea.

Pentru producerea unei imagini clare, aparatul foto trebuie să compenseze aceste modificări. *Focalizarea convențională*, metoda tradițională, înseamnă deplasarea lentilei mai aproape sau mai departe de film sau de senzor. O tehnică mai modernă este *focalizarea internă*, care modifică elementele lentilei ca să schimbe unghiurile relative dintre elemente – având același efect ca și deplasarea lentilei relativ la film sau la senzor. Ambele tehnici funcționează. Proiectantul lentilei alege tehnica folosită, pe baza unor criterii proprii.

Din punct de vedere practic, mai important este *mijlocul* prin care se modifică focalizarea. Sunt posibile trei sisteme de focalizare: focalizare fixă, focalizare manuală și focalizare automată.

## Focalizarea fixă

Focalizarea fixă înseamnă chiar absența focalizării. Lentila și distanța până la senzor sau la film sunt fixate fizic. Ca rezultat, o lentilă cu focalizare fixă creează o imagine clară numai la o anumită distanță de subiect. Orice altceva (și uneori chiar totul) este defocalizat. Deși această situație pare de nedorit și chiar inacceptabilă pentru un aparat de fotografiat, focalizarea fixă funcționează și este deseori folosită pentru aparatele foto ieftine.

Focalizarea fixă funcționează cel mai bine atunci când neajunsurile acesteia sunt mascate de alte lipsuri ale aparatului foto. Dacă lentila nu produce niciodată o imagine cu adevărat clară, nu puteți să vă dați seama dacă este defocalizată. Ca urmare, limitele unor lentile ieftine acoperă imposibilitatea focalizării.

Sistemele cu focalizare fixă profită de o altă proprietate optică. În cazul lentilelor cu unghi mare, focalizarea este mai puțin critică; ca urmare, cele mai multe lentile cu focalizare fixă sunt puțin mai largi decât „normal“. În domeniul fotografiei de 35 mm (cu care sunt făcute cele mai multe comparații referitoare la distanța focală a lentilelor), în locul unei lentile cu distanță focală de 50 mm, o lentilă cu focalizare fixă are aproximativ 35 mm.

Dacă deschiderea este mai mică, focalizarea este mai puțin importantă; ca urmare, lentilele cu focalizare fixă sunt rareori rapide. O deschidere mai mică mărește profunzimea de câmp, deoarece elimină o parte mai mare a fasciculelor divergente de fotoni care trebuie să fie focalizate. O lentilă cu focalizare fixă profită de profunzimea de câmp mai mare prin eliminarea posibilității de focalizare. Lentilele cu focalizare fixă sunt, de fapt, focalizate la o distanță moderată și se bazează pe profunzimea de câmp datorată deschiderii mai mici pentru a face ca distanțele mai mari sau mai mici să *pară* că sunt focalizate.

Atâta timp cât imaginea obținută de o lentilă cu focalizare fixă nu este mărită decât la dimensiuni moderate – de exemplu, limitând mărirea unui negativ la 4x6 inci – nu observați defocalizarea celor mai multe dintre imagini. Aparatele foto digitale ieftine au rezoluții suficient de mici pentru ca defocalizarea imaginilor să fie mascată de alte deficiențe ale sistemului. Aceste aparate nu produc destule detalii pentru ca absența focalizării să fie sesizabilă.

Pe scurt, lentilele cu focalizare fixă pornesc de la conceptul „destul de bun“. Imaginile produse sunt destul de bune pentru modul în care sunt afișate de obicei. Dacă nu aveți

nevoie de calitate mai bună decât cea a unor simple instantanee, aceste aparate sunt destul de bune.

## Focalizarea automată

Pe lângă tăierea unor părți anatomice (precum capetele sau picioarele), cea mai des întâlnită plângere în zilele de aur ale fotografiei chimice era legată de încețoșarea sau defocalizarea imaginii. Încețoșarea este cauzată de mișcarea aparatului în timpul expunerii, o problemă rezolvată de stabilizarea imaginii, așa cum vom vedea mai târziu.

Un sistem bun de focalizare automată reușește să facă o focalizare mai precisă a aparatului decât cei mai mulți oameni. În general, sistemele de focalizare sunt mai rapide decât ființele umane. În plus, sistemele de focalizare automate sunt mai fiabile. Acestea nu uită să focalizeze aparatul chiar înainte de a înregistra o imagine care apare o dată în viață.

Pe de altă parte, oamenii sunt mai creativi decât sistemele de focalizare automată. Dacă nu vă rezumați la instantanee, probabil doriți un sistem de focalizare automată care poate fi dezactivat, astfel încât să puteți ajusta manual aparatul în funcție de propriile dumneavoastră gusturi artistice.

Sistemele de focalizare automată sunt active sau pasive. *Sistemele de focalizare automată pasivă* analizează scena și încearcă să determine focalizarea corectă. *Sistemele de focalizare automată activă* funcționează precum un radar sau un sonar. Trimit un semnal, de obicei în infraroșu, recepteză semnalul reflectat, apoi calculează distanța parcursă de semnal pe baza timpului scurs între transmisie și recepție.

De cele mai multe ori, ambele metode de focalizare automată își îndeplinesc rolul. Totuși, sistemele de focalizare activă pot fi păcălite mai ușor. De exemplu, aparatele foto Polaroid folosesc un sistem foarte eficient de focalizare automată cu sonar, fiind unul dintre cele mai precise sisteme existente. Dar dacă subiectul se află dincolo de o fereastră, undele sonore sunt reflectate de sticlă, nu de subiect, așa că aparatul se focalizează pe fereastră și fotografia iese încețoșată. În plus, sistemele de focalizare automată activă funcționează la distanțe finite. Semnalele pe care le transmit sunt eficiente numai la o distanță limitată. Pentru lentilele cu distanță focală obișnuită, această distanță este echivalentă cu o distanță infinită, așa că nu apare nici o problemă. În cazul folosirii unui teleobiectiv, este posibil ca bătaia sistemului de focalizare automată să fie mai scurtă decât a lentilei.

Sistemele de focalizare automată pasivă seamănă mai mult cu sistemul vizual uman, prin faptul că încearcă să obțină linii clare. În acest scop, sistemul are nevoie de ceva pe care să se focalizeze, un subiect cu margini bine definite și contrast puternic. Dacă subiectul nu oferă un contrast destul de puternic, sistemul de focalizare automată nu funcționează. Sistemul este mai puțin eficient la întuneric, deoarece iluminarea slabă reduce contrastul (mai puțină lumină înseamnă un domeniu mai restrâns de strălucire, deci contrast mai slab). În condiții de întuneric total, sistemele de focalizare automată pasivă nu funcționează deloc. Sistemele active nu sunt afectate de întuneric.

Cele mai multe sisteme de focalizare automată nu realizează o focalizare absolută. Focalizarea se realizează pe pași, lentilele fiind ajustate pentru un domeniu de distanțe de la subiect. Aparatele pot avea un minim de trei domenii de focalizare. Mai mult înseamnă mai bine, dar un număr prea mare este inutil.

## Balanța de alb

Controlul balanței de alb vă permite să ajustați aparatul foto pentru diferitele temperaturi de culoare ale scenei pe care doriți să o fotografiați. (Veți găsi o discuție despre temperatura de culoare în Capitolul 18, „Displayurile"). Deși temperatura de culoare este un concept complex, efectul balanței de alb este ușor de sesizat. Cele mai multe aparate foto digitale au sisteme automate de stabilire a balanței de alb, care se ajustează în funcție de lumina disponibilă. Unele aparate foto digitale vă permit să faceți ajustări manuale, în funcție de condițiile de iluminare (zi însorită, zi înnorată, iluminare cu becuri cu incandescență și fluorescente sau bliț).

## Stocarea imaginilor

Filmul folosit pentru fotografia chimică are două funcții. Nu doar detectează și captează imaginea originală, dar reprezintă și un mediu de stocare pentru imagine. După ce înregistrați ceva pe film, imaginea este păstrată pentru totdeauna – sau cel puțin până când substanțele sau filmul se deteriorează chimic. Ambele forme de degradare au fost reduse prin folosirea unor materiale moderne, astfel încât imaginea înregistrată pe film va exista mult timp după ce dumneavoastră nu veți mai fi.

Imaginile detectate de un senzor CCD nu au această calitate de permanență. Dacă nu luați măsuri, dispar aproape instantaneu. Măsura luată de aparatul foto constă în transferarea imaginii colectate de senzorul CCD în memoria cu semiconductoare. În acest fel imaginea este păstrată atât timp cât memoria funcționează.

Probabil nu doriți să păstrați toate imaginile în aparatul foto.

Aparatele foto digitale moderne combină funcțiile de stocare și de transfer. Cele mai multe folosesc mici cartele de *memorie flash* pentru stocarea imaginilor. Cartelele sunt amovibile, așa că puteți să transferați rapid imaginile, introducând cartela într-un dispozitiv de citire conectat la PC. Aparatele foto actuale folosesc două formate incompatibile pentru cartelele de memorie flash – CompactFlash și SmartMedia. Un al treilea format de stocare, dezvoltat de Sony, *MemoryStick*, va intra în curând în cursă, pentru aparate produse de Casio Computer, Fujitsu, Olympus Optical, Sanyo Electric și Sharp. În plus, există un model de aparate foto digitale care folosește dischete pentru stocarea și transferarea imaginilor. Modelele mai vechi și cele mai ieftine au memorii integrate. Aceasta înseamnă că cipurile de memorie flash fac parte din circuitele aparatului foto și nu pot fi scoase. Atât timp cât aparatul are o capacitate suficient de mare pentru ceea ce vă propuneți să faceți, memoria integrată nu este o problemă. În definitv, puteți oricând să descărcați imaginile din aparat pe PC și să eliberați memoria.

Deoarece toate aceste medii sunt amovibile, pot fi folosite și pentru transferarea imaginilor din aparat pe PC, fie direct, fie prin intermediul unor adaptoare. Mutarea fizică a unei cartele de memorie sau a unei dischete este deseori o operație de câteva ori mai rapidă decât transferarea fișierelor printr-un port serial; după ce introduceți cartela sau discheta în PC, puteți să transferați imaginile cu viteza magistralei sau a dischetei. Deși unele dintre cele mai recente aparate foto digitale au porturi de mare viteză, USB sau FireWire (numite uneori i.Link pentru aparatele foto), transferarea fișierelor pe cartelă sau pe disc rămâne o soluție convenabilă.

Cel puțin o serie de aparate foto – Mavica, produse de Sony – folosește dischete convenționale ca mediu primar de stocare pentru imagini. Opțiunea este de înțeles, ținând seama de faptul că Sony susține că a creat formatul de 3,5 inci.

Stocarea imaginilor pe dischete are câteva avantaje:

- **Familiaritatea** Dischetele sunt precum Big Mac – familiare, aceleași în întreaga lume, și probabil niciodată suficient de bune. Printre PC-uri, dischetele au fost pentru mult timp elementul comun. Mediul și mecanismele există de atât timp, încât producătorii le-au înțeles pe deplin. Oricine a fost treaz în ultimii o sută de ani știe tot ce trebuie să știe despre dischete, inclusiv unde trebuie introduse acestea.

- **Costul** Chiar dacă nu ar avea altă calitate, dischetele sunt ieftine. Sunt aproape gratuite. Fără prea mult efort, chiar pot fi gratuite. Furnizorii de calculatoare și de birotică includ deseori dischetele în costurile adiacente, oferindu-le nu doar la prețuri scăzute, ci chiar gratuit, în cadrul unor reduceri. Chiar dacă nu puteți face o astfel de afacere, puteți oricând să reciclați dischetele de distribuție cu programe în versiuni de testare sau pe cele împrumutate de la prieteni. Chiar dacă trebuie să plătiți pentru dischete, acestea nu ar trebui să vă coste mai multe 25 de cenți, adică aproximativ 0,15$ pe megaoctet. În comparație cu cartelele de memorie, care ajung la 10$ pe megaoctet, diferența este semnificativă.

- **Compatibilitatea** Dischetele sunt unul dintre puținele elemente universale în tehnologia actuală. Orice PC are o unitate de dischetă, așa că nu aveți nevoie de adaptoare suplimentare pentru transferarea imaginilor din aparat pe PC. Nu trebuie să descurcați cabluri sau să așteptați până când megaocteții sunt transferați printr-o conexiune serială lentă.

Totuși, cartelele de memorie folosite pentru stocarea imaginilor preluate de aparatele foto digitale sunt mai bune decât dischetele din alte puncte de vedere:

- **Capacitatea** Dischetele s-au dovedit inadecvate în cazul operațiilor obișnuite de stocare pentru PC-uri, deoarece nu mai oferă o capacitate suficient de mare pentru a fi un mediu eficient. Programele și fișierele de date au crescut prea mult de-a lungul anilor. Pe măsură ce rezoluția aparatelor foto crește, posibilitatea dischetelor de a stoca un număr rezonabil de imagini devine îndoielnică. Folosirea dischetelor pentru aparatele foto Mavica a avut succes deoarece Sony a limitat rezoluția la nivelul VGA. Aparatele foto cu rezoluție XGA sau mai bună sunt echipate cu cartele de memorie cu capacitate cel puțin de două ori mai mare decât a dischetelor.

- **Fiabilitatea** O dischetă are multe elemente în mișcare – discuri care se rotesc, capete care se deplasează – și orice se mișcă poate să se și oprească. Părțile mecanice ale unității de dischetă din interiorul aparatului foto sunt cele mai predispuse la defectare, mai ales dacă luați în considerare faptul că un aparat foto trebuie să funcționeze în orice condiții, de la o ploaie blândă la furtuni de zăpadă. (În definitiv, la ce mai e bun un aparat foto, dacă nu puteți să îl folosiți atunci când îl vedeți pe Elvis în șubă?) Mai mult, nici mediul de stocare al dischetelor nu este lipsit de probleme. Dischetele sunt vulnerabile la tot felul de pericole.

- **Consumul de energie** Motoarele care pun în mișcare dischetele sunt cele mai mari consumatoare de energie dintr-un aparat de fotografiat. Durata de viața a bateriilor folosite de aceste aparate este mai scurtă decât în cazul aparatelor cu memorie semiconductoare. Mai mult, punerea în mișcare a dischetei crește timpul de așteptare pentru stocarea unei imagini.

Din punctul de vedere al capacității, noile discuri HiFD ale firmei Sony, care stochează 200 MB, pot oferi acestui mediu un avantaj pentru stocarea imaginilor. Dar toate celelalte dezavantaje rămân. Compatibilitatea universală se pierde. Încă nu au fost lansate pe piață aparate foto care folosesc noul format.

### Comprimarea

Cele mai multe aparate foto digitale vă oferă posibilitatea să stocați imaginile cu cel puțin două niveluri de calitate, care reprezintă compromisuri între aspect și spațiul de stocare. Deși unele dintre primele aparate foto digitale diferențiau nivelurile de calitate prin rezoluția reală, aparatele foto mai moderne funcționează cu una sau două rezoluții de bază, oferind diferite opțiuni de comprimare, pentru creșterea capacității de stocare. Atunci când sunt decodate, imaginile comprimate mai puternic oferă o calitate mai slabă – de obicei sunt mai puțin clare – dar permit afișarea cu rezoluția de bază a aparatului foto.

Principala metodă de comprimare este JPEG, prescurtarea de la Joint Photographic Experts Group, un comitet care a pus la punct standardele algoritmilor. JPEG este o metodă de comprimare cu pierderi, ceea ce înseamnă că unele informații sunt sacrificate pentru reducerea dimensiunii fișierelor. Informațiile pierdute nu mai pot fi recuperate, așa că după comprimarea imaginii, calitatea originală nu mai poate fi refăcută.

La niveluri moderate de comprimare, pierderile de informații ale comprimării JPEG se manifestă prin pierderea clarității imaginii. Totuși, dacă măriți o imagine JPEG decomprimată, puteți vedea modelele rezultate în urma aplicării algoritmului de comprimare. Pe măsură ce creșteți raportul de comprimare JPEG, aceste aspecte devin evidente: imaginea pierde din definiție și, la un moment dat, ajunge de nerecunoscut.

Aproape toate editoarele de grafică acceptă formatul JPEG, așa că folosirea comprimării JPEG este o caracteristică pozitivă a oricărui aparat foto digital. Evitați aparatele foto care folosesc scheme de comprimare brevetate, care au nevoie de programe specifice pentru afișarea sau editarea imaginilor.

Stocarea și modurile de operare ale celor mai multe aparate foto digitale corespund nivelului de comprimare JPEG folosit. Modul cu cea mai bună calitate – deseori numit chiar așa – folosește cel mai slab nivel de comprimare, de obicei reducând de patru ori dimensiunea fișierelor. Următorul nivel poate comprima fișierele cam de 12 ori. Modurile economice sau cu calitate scăzută pot ajunge până la comprimarea de 36 de ori. Pe de altă parte, modul economic poate să scadă rezoluția cu un pas uriaș.

În modul economic, unele aparate foto pot avea un mod cu rezoluție scăzută, în care imaginile sunt stocate cu un nivel de rezoluție mai scăzut decât rezoluția senzorului de imagine. În cele mai multe cazuri, acest mod înseamnă rezoluție VGA, adică 640x480. Fiecare imagine cu rezoluție VGA ocupă numai un sfert din spațiul imaginilor la 1.280x960, tipice pentru cele mai multe aparate foto digitale moderne (folosind același nivel de comprimare).

Dacă aparatul vă permite să alegeți între comprimarea mai puternică sau rezoluția mai mică pentru modul economic, încercați-le pe amândouă. Cele două metode au rezultate diferite din punctul de vedere al calității, efectele devenind evidente atunci când măriți imaginea. Folosiți metoda care vă convine mai mult.

## Vizoarele

Vizorul este denumit după funcția pe care o îndeplinește: vă ajută să vedeți ceea ce vreți să fotografiați. Pentru aparatele foto statice, vizorul poate fi un simplu cadru, care funcționează la fel ca dispozitivul de ochire al unei arme, sau un sistem optic la fel de complex ca și telescopul spațial Hubble. Aparatele foto digitale actuale vă permit previzualizarea exactă (sau aproape exactă) a imaginii pe care o va înregistra aparatul, fără ciudățeniile vizoarelor demodate ale aparatelor cu film. (Sub perdelele negre,

fotografii vedeau lumea cu susul în jos atunci când încadrau imaginile; cei care foloseau vizoare la nivelul taliei vedeau imaginea răsturnată pe orizontală). În comparație cu acestea, vizoarele aparatelor foto digitale sunt simple și ușor de folosit, dar cu problemele lor specifice.

În fotografie, mai mulți termeni au căpătat sensuri specializate. Un vizor simplu nu face altceva decât să vă ofere o imagine. Poate fi format din două cadre pe care trebuie să le aliniați ca să localizați imaginea pe care o va înregistra aparatul. Aparatele foto digitale adaugă *vizoare video* sau *panouri LCD* care vă ajută să compuneți imaginea.

*Vizoarele optice* folosesc o combinație de lentile care funcționează ca un telescop, prezentându-vă imediat imaginea, fără să fie nevoie să aliniați cadrele. Lentilele sunt mici și separate de lentila folosită pentru captarea imaginii finale. Cele mai multe aparate foto digitale ieftine (sub 1000$) au vizoare optice.

În sens strict, *telemetrul* nu vă permite să vedeți imaginea, ci vă spune doar distanța până la un obiect. Un *telemetru cuplat* este conectat la dispozitivul de focalizare al lentilei, astfel încât să puteți stabili distanța corespunzătoare – telemetrul stabilește automat distanța de focalizare printr-un cuplaj mecanic. Telemetrele nu sunt necesare (sau cel puțin așa consideră producătorii de aparate foto) pentru aparatele moderne cu focalizare automată; aparatul este mai rapid și mai precis decât dumneavoastră, așa că de ce v-ați mai bate capul cu un telemetru scump?

*Aparatele cu reflexie* moderne folosesc lentila ca parte a vizorului, așa că vedeți imaginea prin lentilă. O oglindă reflectă către vizor imaginea preluată de lentilă, așa că imaginea pe care o vedeți este o reflexie a imaginii înregistrate de aparatul foto. În industria fotografică, un vizor cu reflexie este orice vizor care primește imaginea prin lentila aparatului astfel încât, așa cum se spune în lumea calculatoarelor, ceea ce vedeți este ceea ce obțineți. Nu este obligatoriu ca un vizor cu reflexie să obțină imaginea direct de la lentilă, dar arată ceea ce vede și lentila. De exemplu, panoul LCD al aparatelor foto este, în acest sens, un vizor cu reflexie.

Un vizor cu reflexie vă permite să vedeți efectele zoomului. Mai mult, un vizor cu reflexie vă oferă o imagine color detaliată, fără să fie necesare panouri LCD scumpe sau circuitele asociate acestora. Totuși, deoarece nu vedeți cum este afectată imaginea de circuitele electronice ale aparatului foto, puteți doar să ghiciți apariția unor efecte, precum umbririle.

*Vizoarele optice cu reflexie* nu se bazează pe componentele electronice ale aparatului foto. Imaginea este împărțită între senzorul de imagine și vizor. Vedeți imaginea produsă de lentilă, așa cum intră aceasta în aparatul foto. Aparatele foto SLR tradiționale – SLR este prescurtarea de la single-lens reflex (reflexie cu o singură lentilă) – vă permit să priviți prin lentila principală a aparatului, inserând o oglindă în calea imaginii. Oglinda reflectă imaginea printr-o prismă sau printr-un sistem complex de oglinzi, până la ochiul dumneavoastră. Vedeți în vizor ceea ce vede și lentila aparatului. Atunci când faceți o fotografie, oglinda se ridică din calea imaginii, așa că aceasta ajunge direct pe film.

## Vizoare cu panou LCD

Panourile LCD ale aparatelor foto digitale îndeplinesc două funcții: pe de o parte, vă permit să revedeți imaginile captate. Pe de altă parte, vă permit să previzualizați imaginea înaintea captării acesteia, funcționând ca un vizor suplimentar.

*Vizoarele video* convenționale vă pun la dispoziție un mic monitor integrat într-un ocular, asemănător cu vizorul unei camere video. Micul ecran – un mic tub de imagine, în cazul camerelor video mai vechi, sau un panou LCD pentru aparatele moderne – afișează o

imagine monocromă, împreună cu diferite luminițe de avertizare și indicatoare. Monitorul miniaturizat vă permite să vedeți toate efectele generate de cameră și chiar să redați benzile înregistrate.

Ecranele mari sau *vizoarele cu ecran* vă pun la dispoziție un panou LCD mai mare, pe care vedeți imaginea ca la televizor, nu ca prin telescopul unui pirat. Acestea vă oferă cea mai bună modalitate de vizualizare a imaginii, înainte și după înregistrare. Folosirea vizoarelor cu ecrane mari poate părea mai puțin naturală celor obișnuiți cu metodele mai puțin directe de previzualizare a imaginilor, specifice altor formate de aparate.

Chiar dacă doriți să folosiți aparatul foto digital numai pentru fotografii statice, trebuie să luați în considerare viteza de afișare a imaginii în vizor și frecvența de cadre a acestuia. La fel ca pentru toate sistemele video (iar vizorul este, de fapt, doar un sistem video dedicat), frecvența cadrelor determină cât de natural este afișată mișcarea pe ecran. Aspectul care vă interesează pe dumneavoastră nu este naturalețea mișcării, ci actualizarea rapidă a imaginii. Aveți nevoie de un ecran care să se ajusteze continuu, reflectând imaginea văzută de lentilă. Dacă ecranul nu este actualizat destul de repede, „ruperea“ imaginii face mai dificilă încadrarea scenei. S-ar putea chiar să pierdeți momentul critic pe care vreți să îl fotografiați, între actualizările ecranului.

Ca și în cazul sistemelor video, 30 de cadre pe secundă sunt suficiente pentru a păstra aparența unei mișcări continue. Probabil puteți să vă descurcați și cu o frecvență de două ori mai mică. Sistemele de afișare mai lente sunt, în cel mai bun caz, supărătoare, poate chiar frustrante.

Pentru încadrarea unei fotografii, singurul mod de operare de care aveți nevoie este afișarea pe tot ecranul a imaginii pe care o vede aparatul foto. Dar atunci când vreți să revedeți imaginile pe care le-ați înregistrat, veți descoperi că și alte moduri de operare sunt utile. Probabil vă veți dori un aparat care permite mai multe moduri de afișare. Afișarea se poate face pentru o singură imagine, pentru imagini multiple și în mod prezentare.

**Afișarea unei singure imagini** „Ceea ce vedeți este ceea ce obțineți“ este principiul de funcționare a vizorului în modul de revizualizare a imaginilor. În modul de afișare pentru o singură imagine, nu vedeți decât o fotografie. Cele mai multe aparate vă permit să revedeți toate imaginile înregistrate, una câte una. Deși nu puteți să comparați imaginile (decât în minte), vedeți cele mai multe detalii posibile. Afișarea unei singure imagini reprezintă modul de bază pentru revederea imaginilor și, de obicei, singurul mod de previzualizare.

**Modul prezentare** Cu mult înainte de a avea videocasetofoane cu care să ne plictisim prietenii și vecinii în serile de iarnă, au fost inventate prezentările de diapozitive. Derulați un ecran, care niciodată nu se întinde cât ar trebui, porniți proiectorul și afișați pe ecran diapozitivele, unul câte unul. Modul pentru prezentare al vizorului unui aparat foto digital funcționează asemănător, afișând una câte una imaginile din memorie. Acest mod de operare vă permite să revedeți rapid imaginile înregistrate, înainte de a vă hotărî să le ștergeți pe toate și să o luați de la început. Prezentarea imaginilor vă permite să analizați în detaliu tot ceea ce ați lucrat. Acest mod de operare poate fi util atunci când vreți să evaluați nivelul tehnic la care ați ajuns. Ca și în cazul afișării unei singure imagini, nu puteți să faceți comparații rapide între imagini.

**Afișarea imaginilor multiple** În modul pentru imagini multiple – numit uneori mod pentru afișarea miniaturilor – aparatul foto transformă vizorul într-o matrice de imagini individuale, de obicei patru sau nouă. Deși fiecare imagine are doar o

fracțiune din dimensiunea originală (1/4 sau 1/9), acest mod vă permite să comparați rapid imaginile. Puteți să stabiliți dintr-o singură privire ce imagini vor fi păstrate sau șterse. Acest mod este util mai ales atunci când aveți nevoie urgentă de mai multă memorie și vreți să eliminați imaginile inutile ca să câștigați spațiu de stocare.

**Zoom** Ecranul mic și numărul redus de pixeli al panourilor LCD pot face dificilă analiza detaliilor unei fotografii. Ca urmare, multe aparate foto oferă posibilitatea de mărire electronică a imaginilor în sistemul de vizualizare. De obicei, acest mod de operare permite panoului LCD să afișeze un pixel pentru fiecare pixel din imaginea înregistrată, ceea ce înseamnă o mărire de două sau de patru ori. Deși nu puteți vedea întreaga imagine la un moment dat, de obicei aveți posibilitatea să o deplasați pe înălțime și pe lățime ca să verificați fiecare pixel. Dacă fotografiile pe care le faceți trebuie să aibă o calitate deosebită, aveți nevoie de acest mod de operare. Pentru instantanee obișnuite, în general nu aveți nevoie de această caracteristică.

Dacă aveți de gând să folosiți panoul LCD numai pentru revederea imaginilor, nu este foarte importantă poziția acestuia pe aparatul foto. Puteți să țineți aparatul în orice poziție, astfel încât să aveți un unghi corespunzător. Dacă vreți să folosiți panoul LCD ca vizor, dispunerea acestuia este foarte importantă. Panoul trebuie să fie astfel dispus, încât să îl vedeți bine atunci când îndreptați aparatul către subiectul pe care vreți să îl fotografiați. Nu toate aparatele foto digitale vă permit să faceți acest lucru într-un mod convenabil.

Locul obișnuit de dispunere a panoului LCD este în partea din spate a aparatului. Poziția este foarte bună pentru revederea fotografiilor, dar pentru previzualizare trebuie să țineți aparatul la o distanță de aproximativ 30 de centimetri de ochi. În general, aceasta nu este cea mai naturală modalitate de a face fotografii.

Panourile ajustabile pot fi așezate în poziția cea mai convenabilă. De exemplu, pot fi întoarse astfel încât să funcționeze ca un vizor la nivelul taliei, o poziție preferată de mulți fotografi profesioniști, în special pentru portrete.

## Conectarea

Principalul motiv pentru trecerea la fotografia digitală este acela de a putea folosi direct imaginile în aplicațiile pentru calculatoare. Dacă imaginile sunt deja în formă digitală, nu trebuie să mai treceți prin etape intermediare, cum ar fi prelucrarea fotografică. Singura problemă este transferarea imaginilor din aparatul foto pe calculator.

Această cerință este legată de câteva aspecte de care trebuie să țineți seama la cumpărarea unui aparat foto – compatibilitatea cu platforma, ieșirea video și conectoarele. Dacă oricare dintre aceste aspecte nu corespund cu componentele hardware pe care le aveți, folosirea imaginilor este mai dificilă – dacă nu chiar imposibilă.

### Compatibilitatea cu platforma

Atunci când producătorii de aparate foto digitale vorbesc despre platforme, se referă la combinația dintre PC și sistemul de operare rulat pe acesta. Compatibilitatea nu este impusă de aparatul foto în sine – un aparat foto digital este un dispozitiv independent de preluare a imaginilor – ci de programul de care aveți nevoie pentru transferarea imaginilor din aparat pe PC.

Ca și în cazul altor produse software, principala cerință este corespondența cu sistemul de operare. Cele mai multe aparate foto digitale sunt vândute împreună cu produse software care funcționează sub toate sistemele de operare, de obicei programe separate pentru familia Windows (incluzând Windows 95, Windows 98 și Windows NT) și pentru

Macintosh. Este posibil ca programele să impună folosirea unei anumite versiuni a sistemului de operare, cum ar fi NT versiunea 4.0 sau mai nouă și Mac OS 7.1 sau o versiune mai nouă.

Programele pentru transferarea imaginilor au propriile cerințe referitoare la spațiul pe disc și memorie. Cerințele de stocare pe disc nu includ spațiul necesar pentru arhivare. Dacă doriți să stocați imagini, este bine să rezervați câțiva gigaocteți. Și mai bine este să investiți într-o unitate de CD-R, astfel încât să puteți face copii permanente ale imaginilor pe medii CD, cu durată mare de viață.

## Interfața

Pentru descărcarea imaginilor din aparatul foto pe PC aveți nevoie de un tip oarecare de conexiune. Pentru aparatele foto digitale moderne, sunt populare patru interfețe: serială standard, serială USB, FireWire (cunoscută și sub numele IEEE 1394 și i.Link) și PC Card.

Conexiunea serială standard poate fi folosită pentru cele mai multe PC-uri, dar este cea mai lentă. O interfață serială „de viteză mare" pentru PC-uri operează la 115.200 de biți pe secundă, ceea ce poate însemna 10 minute pentru descărcarea unei memorii de dimensiune modestă. Pentru calculatoarele Macintosh viteza este ceva mai bună; interfața serială standard poate accepta informații de aproximativ opt ori mai repede, adică la 921 de kilobiți pe secundă.

Câteva dintre cele mai noi aparate foto digitale beneficiază de avantajele oferite de porturile Universal Serial Bus. Această interfață, care este standardizată între platforme, operează la aproximativ 12 megabiți pe secundă – destul de repede pentru descărcarea unei cartele de memorie în câteva secunde. Interfața USB este sistemul de conectare preferat pentru aparatele foto digitale de performanță. Desigur, este necesar ca și calculatorul (PC sau Mac) să aibă un port USB, iar modelele mai vechi nu au întotdeauna un astfel de port. Totuși, puteți să adăugați un port USB sub forma unei plăci de extensie.

Desigur, pentru funcționarea interfeței USB este necesar și suportul software corespunzător. Deși în Windows 98 este inclus suportul pentru interfața USB, pentru Windows 95 trebuie să instalați drivere suplimentare, care nu sunt disponibile decât pentru versiunea 2 a sistemului de operare. Pentru calculatoarele Mac, aveți nevoie de OS 8.0 sau de o versiune mai nouă.

Deși nu a ajuns, așa cum era de așteptat, un sistem de conectare cu destinație generală, interfața IEEE 1394 este folosită în domeniul prelucrării imaginilor sub numele FireWire și i.Link. Aceasta este interfața preferată pentru sistemele video digitale și este folosită de un număr din ce în ce mai mare de aparate foto digitale. Este mai rapidă decât interfața USB (cu aproape un ordin de mărime) și în final ar trebui să devină la fel de convenabilă (deși, în prezent, nici un sistem de operare nu include suportul software necesar).

Ultima dintre interfețele disponibile pentru multe aparate foto digitale beneficiază de avantajul amovibilității cartelelor de memorie flash. Deși multe dintre primele aparate foto digitale foloseau memorii „integrate" – un termen cu nuanță pozitivă pentru „inamovibile" – este recomandat să căutați un aparat cu mediu de stocare amovibil, pe care să îl puteți folosi și ca mediu pentru schimbul de fișiere.

## Ieșirea video

O altă modalitate de transferare a imaginilor de pe un aparat foto digital pe PC este sub forma semnalelor video. Multe aparate foto digitale au ieșiri video care vă permit să le folosiți ca și cum ar fi camere video, folosind orice accesorii video standard, precum

monitoarele sau videocasetofoanele. Dacă PC-ul are o intrare video sau un sistem de captură video, puteți să transferați imaginile și sub formă de semnale video. Aparatele foto cu ieșiri video furnizează imaginile ca semnale video dinamice. Rețineți, totuși, că imaginile furnizate la ieșirea video au o calitate mai mică (de obicei mult mai mică) decât imaginile transferate prin alte sisteme de conectare. Calitatea reală depinde de interfața video cu care este echipat aparatul foto.

**NTSC**

Cel mai des folosit semnal video pentru aparatele foto digitale, și cel care asigură calitatea cea mai slabă, este *semnalul NTSC* standard, descris pe larg în Capitolul 16, „Sistemul de afișare". Camerele și accesoriile video mai bune folosesc conexiuni *S-video*. Deși nu asigură calitatea oferită de transferarea digitală a imaginilor, conexiunile S-video reprezintă cea mai bună modalitate actuală de transferare a imaginilor video analogice în timp real. Ca urmare, conexiunile S-video sunt o caracteristică recomandată pentru orice aparat foto digital.

### Conectoarele

În cel mai bun caz, aparatul foto digital este un sistem complet independent de captare a imaginilor, fără fire și fără cabluri. Nu aveți nevoie de nimic, și cu atât mai puțin de cabluri și conectoare, ca să îl faceți să funcționeze.

Dar aceasta este o situație ideală. În lumea reală, aveți nevoie de o modalitate de preluare a imaginilor din aparat. Și, dacă vreți să economisiți bateriile atunci când lucrați într-un studio, aveți nevoie de un cablu de alimentare. Toate aceste legături implică o posibilitate de conectare la aparatul foto.

Primele aparate foto digitale foloseau porturi seriale standard, ceea ce însemna transferuri lente. Deoarece conectoarele seriale standard sunt mari, iar cele mai multe aparate foto digitale sunt mici, mulți producători au optat pentru folosirea unor conectoare nestandardizate. Ca urmare, cablurile de înlocuire sunt scumpe și greu de găsit. Aparatele foto digitale mai noi migrează către sistemul USB, ceea ce duce la eliminarea acestor probleme.

## Alimentarea

Aparatele foto sunt dispozitive electronice și, ca urmare, au nevoie de o sursă constantă de electricitate. În cazul tehnologiilor actuale, consumul de energie este destul de mare. Această energie trebuie să vină de undeva, și nu aveți la dispoziție decât două opțiuni – de la baterii incluse în aparat sau de la rețeaua electrică, printr-un transformator extern, atotprezentul adaptor de alimentare.

### Alimentarea de la baterii

Spre deosebire de camerele video, bateriile celor mai multe aparate foto digitale au dimensiuni standard. Cele mai multe aparate foto digitale folosesc baterii standard AA sau AAA, de obicei patru (numărul necesar pentru obținerea unei tensiuni suficiente pentru circuitele logice convenționale). Mulți producători sunt destul de generoși ca să furnizeze și baterii împreună cu aparatele foto.

Spre deosebire de camerele video, cele mai multe aparate foto digitale folosesc baterii reîncărcabile cu dimensiuni standard – aceleași modele obișnuite AA și AAA. Deși acumulatorii pe bază de nichel (nicad și NiMH) nu asigură tensiuni la fel de mari ca și celulele alcaline obișnuite (o tensiune nominală de 1,2 volți pentru bateriile cu nichel, față de 1,5 volți pentru bateriile alcaline), celulele de nichel furnizează curenți mari și

răspund bine la consumul mare de energie al aparatelor foto digitale. De fapt, cele mai multe aparate foto sunt astfel proiectate încât să lucreze într-un domeniu de tensiuni de la 4,8 (patru acumulatori pe bază de nichel) la 6,0 (patru baterii alcaline).

Unele aparate foto includ și acumulatori. Cele mai multe permit folosirea acumulatorilor, deși nu asigură nici o modalitate de reîncărcare a acestora. Aspectul economic al bateriilor reîncărcabile ține de opțiunea dumneavoastră. Pe termen lung, bateriile reîncărcabile sunt mai economice și mai ecologice. Dar reîncărcarea acumulatorilor nu este la fel de comodă ca schimbarea setului de baterii, iar prețul inițial este destul de mare.

Rețineți că aparatele foto digitale sunt renumite pentru apetitul de energie atunci când activați vizorul cu cristale lichide. În cazul unor aparate, puteți să vă considerați norocos dacă reușiți să faceți 12 expuneri și să le descărcați cu un singur set de baterii. Consumul mare este un alt argument în favoarea acumulatorilor.

### Alimentarea de la rețea

Aproape toate aparatele foto digitale permit conectarea unui adaptor de alimentare. Totuși, pentru multe aparate, adaptorul de alimentare este doar o opțiune – deseori una destul de scumpă. După părerea mea, o asemenea atitudine este aproape criminală, ținând seama de consumul de energie al unor aparate. Aș recomanda boicotarea producătorilor care nu oferă și un adaptor de alimentare împreună cu aparatele foto – ceea ce ar reduce posibilitățile de alegere până aproape de zero. Ca urmare, nu aveți altă cale decât să cumpărați un adaptor de alimentare. Dar nu uitați să includeți costul acestuia în prețul total al aparatului foto.

## Aspecte fizice

Deși cel mai important aspect de care trebuie să țineți seama pentru alegerea unui aparat foto este produsul final al fotografierii – imaginea – nu puteți să ignorați nici entitatea fizică a aparatului. Ca să îl folosiți, trebuie să țineți aparatul în mână – sau să îl montați pe un trepied (dacă puteți să faceți acest lucru este un alt aspect pe care trebuie să îl luați în considerare). Într-adevăr, realitatea fizică a aparatului foto este un aspect pe care veți ajunge să îl iubiți sau să îl urâți, indiferent de calitatea imaginilor captate.

În continuare este prezentată o listă a aspectelor de care ar trebui să țineți seama atunci când alegeți un aparat foto digital.

### Dimensiunile

Reclamele care prezintă aparatul foto favorit suspendat în aer sau înconjurat de un halo angelic mai mult derutează decât informează. Fără context, nu puteți să vă dați seama cât de mare este aparatul și dacă poate fi ținut în mână sau aveți nevoie de o macara ca să îl folosiți. Unele aparate foto digitale așa-zis compacte sunt mai mari decât ați putea crede. Cel mai bine este să verificați specificațiile tehnice înainte de a vă hotărî asupra unui anumit produs. Și mai bine este să puneți mâna pe modelul favorit ca să vă asigurați că îl puteți ține, înainte ca bucuria de a-l avea să se transforme într-o durere eternă.

### Greutatea

Un aparat foto digital conține mai puțin aer, așa că modelele compacte tind să fie mai grele decât aparatele convenționale echivalente. Nu fiți surprins dacă obiecte mici cântăresc mai mult decât vă așteptați sau amenință să vă taie gâtul, deoarece cureaua subțire prevăzută de producător se transformă într-un fierăstrău.

## Elementele de control

Deși aparatele foto digitale au mai puține elemente de control decât, să zicem, o navă spațială, deseori sunt la fel de derutante. Un aparat foto poate avea doar un comutator și câteva butoane, dar este posibil ca acestea să comande zeci de funcții, folosind un sistem de meniuri proiectat de cineva care stăpânește limba engleză mai puțin decât un inginer. Poate niciodată nu veți înțelege toate funcțiile – și poate nici nu vreți acest lucru.

Dar cel puțin ar trebui să puteți ajunge la butoane. Aceasta este prima regulă. Asigurați-vă că elementele de control se potrivesc cu mâinile dumneavoastră. De asemenea, asigurați-vă că aveți acces la toate butoanele și comutatoarele fără să folosiți o lanternă și o lupă. Și că puteți să apăsați butoanele fără să folosiți un instrument specializat, oferit ca opțiune, care costă 10$. Asigurați-vă că înțelegeți toate etichetele și că acestea au într-adevăr legătură cu funcția butonului respectiv.

Deși s-ar părea că se repetă, acest sfat este întotdeauna util: nu aveți nici o altă posibilitate de a vă asigura decât să încercați fiecare aparat înainte de a cumpăra unul.

## Montarea pe trepied

Deși pare banal, un orificiu pentru montarea aparatului foto digital într-un trepied este o caracteristică utilă. Multe, dacă nu majoritatea aparatelor foto digitale sunt folosite pentru instantanee. Cei mai mulți fotografi montează aparatul pe un trepied numai pentru obținerea unei claritățimaxime a imaginii, iar rezoluția limitată a aparatelor foto digitale limitează inerent claritatea. Dar există și un alt argument pentru montarea pe un trepied: aparatele foto digitale sunt camere video excelente. Chiar și cele mai slabe aparate foto digitale au rezoluții mult mai mari decât ale camerelor video. O cameră video bună oferă de la 300.000 la 500.000 de pixeli pentru senzorul CCD. În cazul unui aparat foto digital, obțineți între 1.2000.000 și 1.500.000 de pixeli pentru un preț de două ori mai mic.

Desigur, aparatele foto digitale nu au nici o modalitate de înregistrare. Dar puteți să transferați imaginile video către PC cu un codor MPEG, cu aceleași posibilități pe care vi le oferă și o cameră video digitală. Aveți nevoie de o interfață de mare viteză, cum ar fi IEEE 1394 (cunoscută și sub numele FireWire sau i.Link) ca să transferați datele din aparatul foto pe PC.

Folosind un trepied, aparatul foto digital devine o cameră de televiziune cu caracteristici la fel de bune cu ale modelelor pentru studiouri. Alegeți un trepied cu deplasare lină și puteți intra în lumea producțiilor video.

Dezavantajul unui aparat foto pentru acest scop este posibilitatea de zoom a lentilei. Sunteți norocos dacă obțineți un zoom 3x pentru un aparat foto digial. Prin comparație, dacă luați în considerare opțiunile de zoom optic și digital, o cameră video poate ajunge la 100x.

## Acoperirea lentilelor

La fel ca toate aparatele foto, lentilele aparatelor foto digitale sunt expuse unui număr de pericole. Praful și amprentele pot să deterioreze temporar calitatea imaginii – până când găsiți timp să curățați lentila. Zgârieturile provoacă deteriorări permanente. Chiar și zgârieturile fine, ușoare, numite urme de ștergere de către vânzătorii de echipamente folosite, reduc subtil contrastul și claritatea imaginii.

Soluția pentru deteriorarea lentilei este înlocuirea – chiar a întregului aparat, dacă lentila nu poate fi scoasă. O idee mai bună este prevenirea, protejarea lentilei împotriva deteriorărilor, prafului și amprentelor.

Prima linie de apărare este capacul lentilei, care pune o barieră între lentilă și pericolele fizice. Argumentul împotriva capacelor obișnuite este incomoditatea faptului că trebuie să le scoateți și să le puneți la loc de fiecare dată când faceți o fotografie. Pentru aparatele foto automate convenționale, producătorii au creat mai multe metode de acoperire automată a lentilei, care acoperă lentila atunci când opriți aparatul și descoperă automat lentila atunci când îl folosiți.

Producătorii de aparate foto digitale nu au învățat încă această lecție. Deși multe aparate foto digitale sunt proiectate după modele convenționale, puține au sisteme de acoperire automată a lentilei. Multe produse nu au nici chiar capace obișnuite pentru lentile. Trebuie să găsiți singur un capac care se potrivește sau să înfruntați realitatea fără nici o protecție.

Fotografii profesioniști pun deseori un filtru de sticlă transparentă pe lentilele camerelor, cu rolul de capac semipermanent, astfel încât nu mai trebuie să îl scoată de fiecare dată când folosesc aparatul. Alții folosesc în același scop filtre UV (ultraviolete) sau filtre de culoare roz pal. Puteți să faceți și dumneavoastră același lucru, cu condiția să găsiți filtre care se potrivesc cu aparatul foto digital pe care îl aveți.

# Capitolul 16
# Sistemul de afișare

*Sistemul de afișare al calculatorului personal vă permite să vedeți exact ceea ce face PC-ul în timpul funcționării. Deoarece vă oferă instantaneu reacții vizuale, sistemul de afișare face din PC-ul dumneavoastră un dispozitiv interactiv. Sistemul de afișare influențează și viteza de lucru a calculatorului, dar și plăcerea (sau chinul) de a folosi această mașină. Pentru crearea imaginilor pe care le afișează, PC-urile folosesc mai multe tehnologii diferite, iar dumneavoastră, prin alegerea făcută, stabiliți ce vedeți, cât de clar și cât de repede apare imaginea pe ecran. Acest capitol prezintă o vedere de ansamblu a tehnologiei de afișare folosite pentru PC-uri; următoarele două capitole analizează dispozitivele care pun în practică această tehnologie.*

Caracteristicile de bază ale sistemului de afișare

| *Caracteristică* | *Pe scurt* |
|---|---|
| Modul de text de teleimprimator | Afișează caractere pre-formate (și imagini grafice simple construite din caractere) numai într-o ordine strict serială. PC-ul pornește în modul de text de teleimprimator, iar textul HTML[1] este afișat într-un mod foarte asemănător acestuia. |
| Modul de caractere mapate | Permite poziționarea caracterelor de text și grafice oriunde pe ecran. |
| Modul de grafică bitmap | Permite PC-ului să controleze individual fiecare pixel de pe ecran. Sistemul Windows și toate aplicațiile din acest sistem rulează în modul de grafică bitmap. |
| Accelerarea 2D | Permite subsistemului de grafică să deseneze imagini simple (cum ar fi imagini grafice de prezentare) independent de microprocesorul PC-ului, ceea ce mărește viteza de actualizare a ecranelor. |
| Accelerarea 3D | Permite subsistemului de grafică să adauge imaginilor grafice efecte de profunzime folosind elemente hardware independente de microprocesor și oferind astfel afișări rapide și apropiate de realitate. În prezent, aproape toate sistemele de grafică din PC-uri folosesc tehnica de accelerare 3D. |
| Suprapunerea video | Permite sistemului de grafică să combine imagini video provenite dintr-o sursă separată (care se poate găsi și în interiorul PC-ului) cu imaginile grafice pe care le desenează, astfel încât să puteți vedea secvențe video într-o fereastră pe ecran (fără a impune microprocesorului din PC sarcina de regenerare video). |
| Decodificarea MPEG[2] | Permite PC-ului să regenereze imagini video din fișiere comprimate; decodificarea hardware operează independent de microprocesor în scopul creșterii vitezei de afișare a imaginilor video rezultate (și pentru îmbunătățirea calității acestora). |

1 HTML – acronim pentru Hypertext Markup Language. Este limbajul de marcare utilizat pentru documentele din World Wide Web. (n. trad.)

2 MPEG – acronim pentru Moving Pictures Experts Group. Este un set de standarde de comprimare audio și video, elaborat de Joint IOS/IEC Technical Committee on Information Technology. (n. trad.)

A vedea înseamnă a crede. Dacă nu v-ar oferi posibilitatea de a vizualiza rezultatele calculelor sau ale instrucțiunilor scrise în limbajele de programare, calculatorul personal ar fi pentru dumneavoastră doar un instrument obișnuit. Pentru a ști ce s-a întâmplat și că nu ați pierdut vremea cu introducerea datelor, aveți nevoie de o metodă de vizualizare a semnalelor de ieșire ale calculatorului.

Chiar dacă orice PC folosit în prezent afișează imagini din Windows pe un monitor asemănător unui televizor, nimic din domeniul calculatoarelor și nici chiar din tehnologia informației nu pretinde un alt tip de imagine decât cea cu care v-ați obișnuit. Nu scrie nicăieri că trebuie să vedeți ce face calculatorul. În loc să deseneze imagini, PC-ul ar putea discuta cu dumneavoastră; de fapt, sintetizarea vorbirii oferă calculatoarelor o voce care poate deschide o lume nouă în detrimentul celei vizuale.

Dintre toate tehnologiile posibile care prezintă o reacție la ceea ce face calculatorul, opțiunea aproape generală este cea pe care o vedeți pe ecran. Este complet vizuală. Mai exact, este o imagine grafică de tip bitmap color pe un sistem de afișare video. Această descriere este prezentată intenționat amănunțit. Fiecare cuvânt este important pentru că reprezintă o alegere foarte clară dintre mai multe tehnologii. Ceea ce vedeți este de tip bitmap și nu orientat spre caractere, grafic și nu bazat pe text; color, nu monocrom; video, nu tipărit pe hârtie sau aliniat pe un ecran vectorizat.

Cele câteva tehnologii alese nu formează un monopol. Apar contracandidați mult mai des decât v-ați putea imagina. Veți descoperi că viitorul va păstra în continuare multe elemente din trecut. De exemplu, dacă vă conectați la Internet, PC-ul dumneavoastră va lucra din greu pentru a converti semnalele bazate pe caractere, mult mai potrivite unui teleimprimator vechi, într-un format de tip bitmap care va putea fi afișat pe ecran.

În practică, întregul realizat din aceste tehnologii formează *sistemul de afișare (display system)* al calculatorului personal. La nivel hardware, sistemul conține două componente distincte. *Displayul* este ecranul pe care îl vedeți, fie ca monitor separat, fie ca un panou care este parte permanentă a PC-ului. Adaptorul de afișare, care poate fi o placă de extensie independentă sau poate fi inclus pe placa de bază a sistemului, convertește semnalele logice din PC în formatul acceptat de display. Fiecare dintre aceste dispozitive hardware este destul de important pentru a fi tratat în câte un capitol separat – și anume în următoarele două.

În acest capitol, vom analiza tehnologiile ascunse în spatele ecranelor, modul în care PC-ul concepe ieșirea vizuală, modul de organizare a informațiilor vizuale, modul de stocare a acestor informații și modul de trimitere a lor către celelalte elemente din sistemul de afișare.

## Elemente de bază

Imaginile afișate de PC-uri nu au fost de la început la fel de bune ca în prezent – și încă nu au atins nivelul de calitate pe care l-ar putea avea. Ecranul cu rezoluție ridicată care poate afișa imagini grafice 3D în mișcare, cu foarte multe culori, are deja o perioadă de utilizare destul de lungă. Istoria sa începe încă din primele zile ale calculatoarelor – adică înainte de apariția monitoarelor, și chiar înainte de dezvoltarea unei tehnologii pentru monitoare. Chiar și în zilele noastre, dacă separați sistemul de afișare al unui PC de componentele software, constatați că acesta nu este decât un dispozitiv banal, proiectat pentru scrierea unor texte cu litere albe pe un ecran de culoare neagră – sau, cum era cazul la primele tipuri de PC-uri – verde pe negru. PC-ul lucrează doar cu texte, și aceasta într-un mod nu foarte estetic. Cuvintele pe care le generează sunt afișate pe

ecran cu aceleași caractere monospațiale și banale folosite de orice mașină de scris de modă veche.

Din fericire, sistemele de afișare ale PC-urilor pot oferi mult mai mult prin încărcarea în calculatoare a unor programe software care le oferă facilități grafice spectaculoase. Secretul acestei transformări îl reprezintă mediul de lucru grafic, care este practic integrat în sistemele de operare moderne. Programele software – de fapt, anumite module din ele – învață PC-ul să picteze și să realizeze lucruri de care Rembrandt s-ar minuna.

## Teleimprimatorul

Punctul de pornire pentru sistemele de afișare ale PC-urilor trebuie să fie calculatorul. În anul 1943, când inginerii au anunțat realizarea calculatorului Harvard Mark I, nu existau monitoare. În perioada respectivă, chiar și televiziunea nu era decât un vis frumos în mințile specialiștilor, limitat atunci la sistemele alb-negru cu imagini pâlpâitoare (primele licențe comerciale au fost aprobate în luna iulie 1941) și apoi pus în așteptare în anii celui de-al doilea război mondial. Primele calculatoare erau dispozitive mecanice care nu aveau porturi de comunicație cu exteriorul și nici nu furnizau semnale electrice pentru legarea la televizoarele epocii respective. Ca urmare, aceste mașini de prelucrare a datelor foloseau aceeași tehnologie de ieșire utilizată de predecesor, adică de mașina mecanică de calcul – hârtia tipărită. Industria telegrafului demonstrase cu mult timp înainte cum pot fi acționate tastele unei mașini de scris prin control electric, creând prima imprimantă electrică denumită *teleimprimator*.

Având ca funcție principală transmiterea cuvintelor și numerelor la distanță, teleimprimatorul prelua codurile electrice și le convertea în apăsări de taste care tipăreau caracterele pe hârtie. Teleimprimatorul clasic nu făcea decât o retransmisie a codurilor unor taste apăsate la o claviatură către o imprimantă situată la distanță, fiind un fel de mașină de scris transcontinentală. Calculatorul a adăugat o caracteristică nouă – în loc să fie înregistrate apăsările de taste ale unui operator uman, apăsările de taste erau create automat de o mașină. Aceste prime tipuri de calculatoare transmiteau caracterele la teleimprimator ca și cum ar fi fost introduse de la o tastatură – caracter cu caracter, adică în format serial.

Primele tipuri de calculatoare au folosit mult timp teleimprimatoarele. Chiar și astăzi, datele trimise de un calculator către dispozitivul de ieșire sub forma unui șir de caractere tipăribile poartă numele de *ieșire pentru teleimprimator (teletype output)*. Dacă ar fi convertit în codul corect, acest șir de caractere ar putea acționa fără probleme un teleimprimator mecanic, care ar tipări fără greșeală textele pe hârtie.

### Terminalele video

Cu toate că teleimprimatorul a ajuns să fie considerat o specie rară sau o piesă de muzeu, metoda ieșirii pentru teleimprimator din transmisia de date și afișare este folosită în continuare de multe echipamente periferice moderne. Aceste mașini nu mai lucrează direct pe hârtie, ci trimit șirurile de caractere direct către echivalentul electronic al teleimprimatorului, terminalul de calculator. Deoarece realizează prezentarea datelor cu ajutorul unor displayuri video, aceste terminale mai sunt numite *terminale de date video (Video Data Terminals)*, terminale de afișare video (Video Display Terminals) sau VDT-uri. Sunt numite terminale deoarece sunt plasate la capătul liniei de comunicații, în fața ochilor dumneavoastră.

Cel mai rudimentar tip de terminal este *terminalul simplu (dumb terminal)*. Acest dispozitiv este caracterizat nu numai prin lipsa capacităților de prelucrare, ci și prin

modul în care afișează ceea ce vedeți pe ecran. Caracterele sunt plasate pe ecran exact în forma în care sunt recepționate prin cablul de legătură cu calculatorul gazdă. Practic, un terminal simplu este un fel de teleimprimator care nu tipărește pe hârtie, ci pe un ecran fosforescent. La aceste tipuri de terminale sunt puține îmbunătățiri – în locul zgomotului făcut de mașina de scris când ajunge la marginea hârtiei, o linie electronică prea lungă va fi continuată sau va trece automat pe linia următoare. Terminalul nu rămâne niciodată fără hârtie; el pare să aibă întotdeauna o rezervă proaspătă de ecrane goale în spatele celor care sunt completate cu linii de text. Prezentarea generată este mai simplă chiar decât cea mai subțire țesătură și dispare în partea de sus a ecranului, existând șanse să nu mai fie văzută niciodată.

Pe de altă parte, „creierul" unui *terminal inteligent (smart terminal)* îi permite acestuia să recunoască anumite comenzi speciale de formatare a modului de afișare și chiar să efectueze independent unele operații specifice calculatoarelor. De fapt, noul *calculator de rețea (Network Computer),* aflat în top în ultimii ani, este puțin mai evoluat decât un terminal inteligent, având un procesor mai puternic și un nume nou, care vrea să elimine trecutul din amintirile utilizatorilor. În ciuda capacității lor deosebite, chiar și cele mai inteligente terminale (chiar și NC-urile) sunt obligate ca în repetate rânduri să opereze ca terminale simple obișnuite și să afișeze pe ecrane doar caractere și comenzi.

Celelalte câteva caracteristici care deosebesc modul de operare a unui teleimprimator mecanic de un terminal video se regăsesc în afișarea ieșirii la terminalele video. Hârtia pe care tipărește teleimprimatorul se deplasează într-o singură direcție. Nici hârtia, dar nici ieșirea teleimprimatorului nu se deplasează în sens invers. La fel ca un telegraf, teleimprimatorul tipărește un șir nesfârșit de caractere. Teleimprimatorul nu poate tipări peste ceva deja tipărit și nu poate face salturi înainte decât prin derularea hârtiei, ca și cum ar fi fost tipărite mai multe linii albe.

În formatul electronic al terminalului de calculator, aplicarea metodei de lucru a teleimprimatorului ar presupune ca la modificarea unui caracter de pe ecran să fie generat și trimis către terminal un ecran nou, completat cu text. În vechiul sistem nu se putea reveni pentru modificarea unui caracter și de aceea operatorul trebuia să o ia de la început, refăcând toată munca de tipărire.

Calculatoarele mamut din prima generație și teleimprimatoarele zgomotoase par să aibă puține lucruri în comun cu PC-ul silențios și stabil funcțional care este așezat pe biroul dumneavoastră. Însă cele mai simple programe au păstrat modul primitiv de comunicație cu ecranul video. Ele generează caracterele și le trimit unul câte unul către monitorul video; de fapt, în loc să mai călătorească între două puncte de pe glob (ca în vechiul sistem), textul se mută doar în interiorul calculatorului, dintr-o locație de memorie în alta. Aceste programe operează ca și cum sistemul video al calculatorului ar fi ecranul unui terminal care simulează un model vechi de teleimprimator.

## Suportul BIOS

Această metodă de afișare este denumită mai pe înțeles *afișare la teleimprimator (teletype display)* și este modul de bază folosit chiar și în PC-urile moderne. Tehnologia de afișare la teleimprimator este moștenită de la primele modele de PC-uri, în care era folosită atât de programele simple, cât și de sistemele sofisticate de poștă electronică.

Singurul fel de imagine care poate fi generată de un PC este cea de tip afișare la teleimprimator. Aceasta reprezintă cel mai înalt nivel de suport oferit de memoria BIOS de sistem în cele mai multe PC-uri și de aceea este absolut necesară în realizarea unui PC.

Memoria BIOS standard a unui PC conține mai multe variante de ieșire pentru teleimprimator. În cazul cel mai simplu, programul trebuie să încarce câte un caracter într-un registru al microprocesorului, să apeleze o întrerupere video – mai precis, 010(Hex) – și să aștepte până când microprocesorul verifică destinația caracterului (verificarea este ea însăși un proces compus din mai multe etape), plasează caracterul în locul corespunzător din memorie și, în final, permite programului să proceseze caracterul următor. Cel mai evoluat mod de teleimprimator permite unui program să afișeze pe ecran o linie completă de text, printr-un proces similar, la fel de dificil.

În modul de teleimprimator standard, caracterele sunt scrise pe ecran de la stânga la dreapta, de sus în jos, fiind derulate în sus după completarea fiecărei linii sau după recunoașterea unui caracter de terminare de linie (Carriage Return). Tehnologiile de afișare mai avansate permit scrierea în orice punct de pe ecranul monitorului cu ajutorul unor instrucțiuni de formatare similare celor folosite de terminalele inteligente. De exemplu, comenzile din memoria BIOS a PC-ului permit programelor să localizeze fiecare caracter, în orice punct de pe ecran.

## HTML

Progresul realizat în domeniul comunicațiilor de Internet are la bază tehnologia teleimprimatorului. PC-ul afișează textul Web simplu în stilul teleimprimatorului – caracter cu caracter, ca și când ar proveni dintr-un șir de ieșire de la un teleimprimator. Diferența semnificativă dintre ce vine pe cablul teleimprimatorului și ce vine prin conexiunea Internet este codul. Teleimprimatoarele foloseau codul Baudot; sistemul Web folosește *limbajul de marcare HTML (Hypertext Markup Language)*, bazat pe codul ASCII simplu, care specifică literele individuale.

Pentru a îmbunătăți tehnologia de bază a teleimprimatorului, HTML folosește puterea de prelucrare a PC-ului. În mod sigur este mai silențios. Spre deosebire de un teleimprimator, ecranul nu clănțăne ca dinții unui epileptic înghețat. Și mai important este faptul că fluxul de caractere HTML include coduri de formatare care vă permit să specificați dimensiunile și tipurile de caractere, chiar și culorile. Cu toate că PC-ul în continuare afișează pe ecran fiecare caracter în ordinea în care apare în șirul HTML, poate face modificări în aspectul fiecărui caracter pe baza codurilor din flux.

Codurile acționează ca niște comutatoare. Apariția unui cod în fluxul de date determină comutarea pe o caracteristică de text – de exemplu, textul este colorat în roșu. Toate textele care urmează sunt afișate cu roșu până când un alt cod HTML anulează această funcție sau schimbă culoarea.

Unele coduri HTML influențează formatarea caracterelor afișate pe ecranul PC-ului, de exemplu indentarea liniilor. Această operație de formatare este relativă și nu absolută. Efectele sale variază în funcție de dimensiunea și forma ecranului Web. De exemplu, un caracter simplu de tabulare poate ocupa o jumătate de coloană într-o fereastră îngustă sau locul a doar câteva caractere obișnuite într-o fereastră lată. Prin respectarea acestor reguli, HTML operează ca un teleimprimator; caracterele din fluxul HTML sunt tratate indiferent de dimensiunea sau forma mediului de afișare.

Versiunile mai noi ale limbajului HTML permit sistemului Web să depășească nivelul textului formatat minimal. Tabelele vă permit structurarea mai bună a datelor în afișările de texte. Pe lângă aceasta, puteți să înglobați între caracterele din text fluxuri de imagini. Însă chiar și aceste elemente sunt tratate la fel ca literele și cifrele retransmise pentru afișare la un vechi teleimprimator. Cu alte cuvinte, ideile vechi nu mor. Ele merg mai departe.

## Tehnologiile de afișare a caracterelor

Aspectul cel mai important din tehnologia teleimprimatorului este *orientarea spre caractere*. Cea mai mică unitate de informație cu care se lucrează este un caracter de text. În momentele în care revine la această tehnologie învechită – de exemplu, în prima parte a operației de încărcare, înainte ca discurile să încarce codul de bază al sistemului de operare sau când vă citiți mesajele de poștă electronică – PC-ul vă permite să vizualizați informațiile doar sub formă de litere și cifre.

PC-ul trebuie să organizeze într-un fel caracterele pe care dorește să le afișeze. Teleimprimatoarele tratează această problemă mecanic. Ele imprimă fiecare caracter pe o bucată de hârtie. Această operație organizează automat textul, care este păstrat sub forma unei imagini de cerneală. PC-ul nu este la fel de norocos. El trebuie să organizeze textul în format electronic, să fie capabil să mute reprezentările caracterelor prin circuitele interne și să păstreze caracterele pe care le vedeți luminoase pe un ecran care în caz contrar ar rămâne permanent negru.

Sistemul dumneavoastră are două variante de lucru cu caracterele pe care dorește să le plaseze pe ecran. Poate să le memoreze și să le manipuleze sub forma unor caractere individuale sau poate să spargă caracterele în mici bucăți, formând astfel *o hartă de biți (bitmap)*, în care fiecare bucată reprezintă unul dintre punctele luminoase care apar pe displayul calculatorului. PC-ul folosește permanent ambele tehnologii. Chiar dacă sistemul Windows tratează întregul ecran de afișare ca pe o singură hartă de biți uriașă, aplicațiile care rulează sub Windows trimit deseori sistemului de operare informații care trebuie afișate în format caracter.

### Maparea caracterelor

Când PC-ul tratează caracterele ca unități fixe, folosind câte un cod pentru fiecare caracter indivizibil, folosește o tehnologie denumită *mapare de caractere (character mapping)*. Numele face referire la harta de caractere, care este un domeniu special de adrese, denumit și memorie de ecran sau memorie de afișare. Memoria asociată hărții de caractere este rezervată pentru stocarea caracterelor care vor apărea pe ecran. Programele simple, cum sunt rutinele BIOS de încărcare a calculatorului, scriu textele pe ecran prin plasarea directă a octeților de date în locațiile corespunzătoare din această memorie. La fel cum o stradă marcată pe harta unei localități corespunde cu o stradă reală, fiecare octet din memoria de afișare corespunde cu poziția unui caracter pe ecranul monitorului.

În modul de operare cel mai obișnuit pentru sistemele de afișare care folosesc maparea de caractere, ecranul este împărțit într-o matrice (de fapt într-un set de casete mici, în care fiecare casetă corespunde unei poziții de pe ecran), care are 80 de caractere pe lățime și 25 pe înălțime. Pentru a afișa un caracter pe ecran, un program încarcă în locația de memorie asociată celulei din matrice codul corespunzător caracterului. Pentru a prezenta o imagine pe ecran, sistemul de afișare citește întreaga matrice din memorie, transformă codurile respective într-un flux serial de date care vor fi afișate pe ecranul monitorului și mută datele către ieșirea video. Cu alte cuvinte, sistemul de afișare are rolul de a crea exact modelul de biți care va apărea pe ecran, calculând în timp real fiecare nanosecundă a semnalului video. Din acest moment, semnalul devine o problemă a monitorului.

Pentru programele dumneavoastră, scrierea caracterelor pe ecran este doar o problemă simplă de scriere direct în memoria de ecran. Ca urmare, această tehnică de afișare mai

este numită și scriere directă. Este cea mai rapidă metodă de afișare a informațiilor pe ecranul unui PC. De asemenea, maparea caracterelor este mult mai adaptabilă decât tehnologia teleimprimatorului. Programele pot plasa caractere în orice locație de pe ecran și în ce ordine doresc – sus, jos, stânga sau dreapta – și pot afișa chiar o literă peste alta, dovedind prin suprascriere existența temporară a caracterelor pe ecran.

După încărcarea în memorie a unui sistem de operare avansat (cum este Windows), PC-ul nu mai folosește tehnica de mapare a caracterelor. Sistemul de operare se interpune între programe și memoria BIOS și capturează caracterele pe care programele orientate spre text încearcă să le afișeze direct pe ecran. După aceasta, sistemul de operare reface harta de caractere prin mărire sau micșorare și, în ultimul caz, o mută într-o zonă destinată de pe ecran.

Datorită acestui caracter multilateral, maparea caracterelor are o viteză de lucru foarte mare. După ce PC-urile au căpătat suficientă putere pentru a realiza că au fost pornite, aplicațiile care lucrează cu maparea de caractere oferă cele mai rapide afișări posibile. Actualizările ecranului se produc foarte repede pentru că sistemul are acces direct la ecran și nu mai trebuie să parcurgă etapele impuse de rutinele de tip teleimprimator din memoria BIOS. În plus, schimbarea unei imagini presupune doar modificarea caracterului (sau caracterelor) care trebuie înlocuit. Un caracter introdus în matricea memoriei de afișare rămâne acolo până când este schimbat de programul care l-a plasat acolo – sau de orice alt produs software care folosește acea zonă de memorie.

## Scrierea directă

Această metodă rapidă de plasare a caracterelor pe ecran este denumită deseori *scriere directă (direct writing)* pentru că programele mută pur și simplu codul atribuit unui caracter direct în locația de memorie corespunzătoare poziției pe ecran a caracterului – un proces format dintr-un singur pas care presupune executarea unei singure instrucțiuni de microprocesor.

Scrierea directă are o singură cerință pentru programe: trebuie să cunoască locația exactă a fiecărei adrese din memoria de ecran. Pentru toate aplicațiile care rulează pe PC-uri, adresele folosite de sistem trebuie să fie aceleași – în caz contrar sunt necesare anumite metode de determinare a adreselor folosite. Proiectanții primului model de PC au rezervat în memoria DOS înaltă două *buffere de caractere* sau blocuri de adrese (unul pentru textul color, celălalt pentru textul monocrom) pentru a reține caracterele destinate memoriei de ecran. Deși bufferele de caractere nu au devenit niciodată standard oficial, realizatorii de software au descoperit că scrierea directă în aceste locații este singura cale prin care produsele lor pot obține o viteză acceptabilă de lucru. Datorită sprijinului industriei din domeniu, aceste adrese au devenit practic standarde neoficiale pe care nici un producător nu se mai complică să le modifice. Multe probleme au avut și programatorii care au scris sisteme de operare noi; capturarea scrierilor directe în memorie este mult mai complexă decât interceptarea apelurilor BIOS.

În modurile de text de bază, calculatorul personal folosește un anumit set de adrese pentru memoria de ecran când operează color și un alt set de adrese când se află în modul monocrom. Pentru determinarea facilă a modului de grafică folosit de sistem, în memoria BIOS a PC-ului există un indicator (flag) special – denumit *indicatorul modului video*, dar cunoscut inițial cu numele de indicator al echipamentului video – poziționat la locația (adresa) absolută de memorie 0463(Hex).

Dacă indicatorul modului video are valoarea 0D4(Hex), sistemul operează în modul color și pentru memoria de ecran este folosit lanțul de adrese care începe la poziția

0B8000(Hex). În modul monocrom, indicatorul are valoarea 0B4(Hex) și specifică folosirea zonei de adrese care începe la 0B0000(Hex). Din motive de compatibilitate, toate sistemele video din PC-urile mai noi sunt capabile să opereze cu aceste adrese, chiar dacă pot să memoreze informațiile video suplimentare și în altă parte. Aceste domenii de adrese reprezintă niște cerințe obligatorii pentru programe și pentru memorarea codului BIOS al plăcilor de extensie.

## Casetele de caractere

În modurile de text, adresele memoriei de afișare păstrează coduri care nu au nici o legătură cu formele care apar pe ecranul monitorului, dar sunt considerate puncte de referință. Modelele tuturor caracterelor care apar pe ecran sunt memorate într-un cip ROM special denumit *ROM de caractere*, cip care face parte din ansamblul de circuite video al calculatorului. Valoarea codificată care definește un caracter este folosită de sistemul video pentru a căuta modelul corespunzător al caracterului. După detectare, modelul de biți preluat din circuitul ROM de caractere este scanat și trimis spre ecran pentru a crea imaginea finală.

Adaptoarele de afișare moderne permit descărcarea unor fonturi personale (tipuri de caractere) într-o memorie RAM de pe placa de bază, rezervată special pentru un bloc de memorie care ar putea servi ca hartă de caractere. Aceste fonturi descărcate pot fi folosite ca și când s-ar găsi în cipul ROM, fiind la fel de ușor de manipulat ca și fonturile încărcate în memoria ROM. Fonturile descărcate au același aspect pe ecran, indiferent dacă sunt afișate prin tehnica de teleimprimare sau prin tehnica accesului direct.

Fiecare caracter afișat pe ecran este format dintr-un tablou de puncte, foarte asemănător cu textele tipărite la teleimprimator sau la o imprimantă matriceală. Pentru a construi caractere individuale din tablouri de puncte de dimensiuni diferite, producătorii de PC-uri și adaptoare de afișare folosesc mai multe standarde video. Cadrul în care sunt amplasate punctele unui caracter individual, denumit *casetă de caracter (character box)*, este o matrice asemănătoare unui careu de cuvinte încrucișate. Caseta de caracter este măsurată după numărul de puncte sau celule pe care le conține pe lățime și pe înălțime. De exemplu, în Figura 16.1 sunt prezentate mai multe caractere formate din casete de caractere având dimensiunea de 15 pe 9 celule.

Modurile de text utilizate de diferitele standarde de afișare din prima generație foloseau fiecare propriile casete de caractere. Ecranul de text standard Video Graphics Array (VGA) folosește casete de caractere de dimensiunea 9x16. Fiecare caracter ocupă pe ecran un spațiu măsurând nouă puncte pe lățime și șaisprezece pe înălțime. Alte moduri de operare și sisteme de afișare folosesc casete de caractere de dimensiuni diferite. Între primele standarde adoptate s-au numărat Monochrome Display Adapter (MDA), care folosea casete de caractere de dimensiunea 9x14, Color Graphics Adapter (CGA), care folosea casete de 8x8, și Enhanced Graphics Adapter (EGA), care folosea casete de 8x14.

Ultima amintire din tehnologia de afișare în mod caracter rămasă în sistemele Windows 95 și 98 este caseta DOS (în Windows NT, echivalentul este *modul de comenzi*). Puteți să selectați înălțimea și lățimea casetei de caractere folosită în caseta DOS pentru a corespunde cu dimensiunea ferestrei în care aplicațiile bazate pe caractere rulează în modul de text. În casetă, Windows 95 pune la dispoziție mai multe dimensiuni de casete de caractere dintre care utilizatorul poate alege. Programul utilitar Microsoft Plus! adaugă alte câteva dimensiuni.

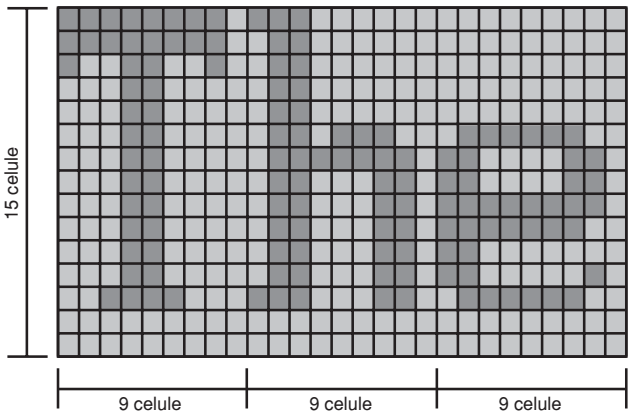



**FIGURA 16.1**
*Mai multe caractere, fiecare dintre ele fiind format într-o casetă de 9x15 celule.*

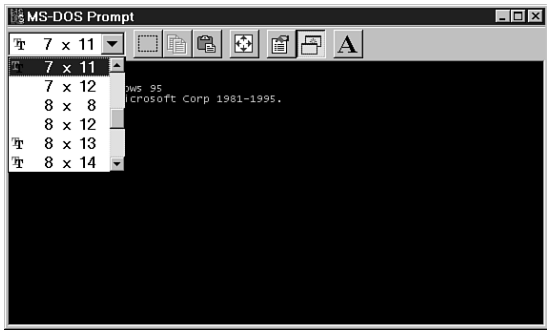



**FIGURA 16.2**
*Selectarea unei casete de caractere pentru o fereastră DOS.*

Puteți să modificați dimensiunea casetei de caractere folosită în modul DOS din bara cu instrumente a ferestrei DOS sau din ecranul de proprietăți al aplicației. Alegeți o dimensiune din prima intrare din stânga a barei cu instrumente. Dacă executați clic pe săgeata jos, Windows va afișa dimensiunile de casete de caractere disponibile pentru afișarea în fereastra DOS, la fel ca în Figura 16.2.

Dimensiunea casetei de caractere nu descrie exact mărimea fiecărui caracter și nici câte puncte sunt necesare pentru formarea acestuia. Pentru îmbunătățirea lizibilității, caracterele individuale nu trebuie să ocupe întreaga suprafață dintr-o casetă de caracter. De exemplu, caracterele de text folosite de cele mai multe monitoare monocrome păstrează libere o linie de puncte deasupra și una dedesubtul celor folosite de fiecare caracter în scopul obținerii pe ecran a unei zone clare de separare între două linii vecine de text.

## Atributele video

În operațiile de afișare cu caractere mapate, cele mai multe sisteme video pentru PC-uri nu stochează literele una după cealaltă. Fiecare poziție de caracter de pe ecran corespunde în memoria de ecran celui de-al doilea octet care urmează după octetul care descrie caracterul anterior (corespondența în memorie se face din 2 în 2 octeți); octeții intercalați sunt folosiți ca *octeți de atribut (attribute bytes)*. Octeții pari memorează informații despre caracter; octeții impari, atributele.

Octetul de atribut determină strălucirea sau culoarea caracterului afișat care este memorat în octetul de memorie precedent. Codurile folosite în afișările monocrome și color sunt diferite. Caracterelor monocrome le sunt permise următoarele atribute: normal, evidențiat (caracterele strălucitoare pe ecran), subliniat și video invers (întunecat pe luminos în loc de starea normală luminos pe întunecat). Diferitele atribute pot fi combinate, deși în mod normal caracterele evidențiate în video invers fac fondul

caracterelor mai strălucitor, și nu caracterele. Atributele de afișare monocromă sunt listate în Tabelul 16.1.

**Tabelul 16.1** Atributele de afișare monocromă

| *Valoare octet* | *Atribut* |
|---|---|
| 00 | Neafișat |
| 01 | Subliniat |
| 07 | Normal |
| 09 | Subliniat intens |
| 0F | Intens |
| 71 | Subliniat video invers |
| 77 | Video invers |
| 79 | Subliniat intens video invers |
| 7F | Intens video invers |
| 81 | Subliniat clipitor |
| 87 | Normal clipitor |
| 89 | Subliniat intens clipitor |
| 8F | Intens clipitor |
| F1 | Subliniat video invers clipitor |
| F7 | Video invers clipitor |
| F9 | Subliniat intens video invers clipitor |
| FF | Intens video invers clipitor |

Sistemele color memorează în octetul de atribut două nuanțe individuale de caracter. Prima jumătate a octetului (cei mai semnificativi biți din codul digital al octetului) conține codul culorii caracterului. Ultima jumătate a atributului (cei mai puțin semnificativi biți) codifică o altă culoare, a fundalului. Deoarece pentru memorarea fiecăreia dintre aceste culori sunt disponibili patru biți, acest sistem poate codifica 16 culori de prim-plan și 16 culori de fundal pentru fiecare caracter (cu negru și alb incluse între aceste culori). Însă în modul normal de operare un bit din codul culorii de fundal indică un atribut special al caracterului – clipirea. Acest atribut permite oricărei combinații de culori să clipească, însă reduce la jumătate numărul de nuanțe disponibile pentru fundaluri (la opt culori – toate opțiunile de culori intense sunt eliminate). Atunci când trebuie să afișați (dumneavoastră sau un program software) toată gama de 16 culori de fundal, un bit de stare permite anularea funcției de clipire a caracterelor. Atributele de afișare color sunt prezentate în Tabelul 16.2.

**Tabelul 16.2** Atributele de afișare color

| *Valoare tetradă* | *Culoare de prim-plan* | *Culoare de fundal* | *Clipire* |
|---|---|---|---|
| 0 | Negru | Negru | Nu |
| 1 | Albastru | Albastru | Nu |

*continuare*

**Tabelul 16.2** Continuare

| *Valoare tetradă* | *Culoare de prim-plan* | *Culoare de fundal* | Clipire |
|---|---|---|---|
| 2 | Verde | Verde | Nu |
| 3 | Roșu | Roșu | Nu |
| 4 | Cyan[1] | Cyan | Nu |
| 5 | Magenta[2] | Magenta | Nu |
| 6 | Maro | Maro | Nu |
| 7 | Gri deschis | Gri deschis | Nu |
| 8 | Gri închis | Negru | Da |
| 9 | Albastru strălucitor | Albastru | Da |
| A | Verde strălucitor | Verde | Da |
| B | Roz | Roșu | Da |
| C | Cyan strălucitor | Cyan | Da |
| D | Magenta strălucitor | Magenta | Da |
| E | Galben | Maro | Da |
| F | Alb | Gri deschis | Da |

Deoarece pentru fiecare caracter de pe ecran este nevoie de doi octeți de memorie, pentru un text complet de 80 de caractere pe linie și 25 de caractere pe coloană (cu un total de 2.000 de caractere) sunt necesari 4.000 de octeți de memorie. În sistemul video standard monocrom pentru PC, sunt alocați 16 kilooctеți pentru memorarea informațiilor despre caractere. Sistemul color standard (care este cam scos din uz) rezerva în acest scop 64 de kilooctеți.

### Paginile video

Memoria suplimentară nu este irosită. Ea poate fi folosită pentru a înregistra simultan mai multe ecrane de text, fiecare ecran individual fiind denumit pagină video. Ambele sisteme video de bază sunt proiectate să comute rapid între aceste pagini video, astfel încât imaginile de pe ecran să poată fi schimbate aproape instantaneu. Comutarea rapidă permite un grad limitat de animație. Tehnica este atât de utilă, încât este folosită chiar și de cele mai moderne plăci de grafică 3D din zilele noastre, deși acestea lucrează cu imagini grafice și nu cu texte.

## Grafica bidimensională

Grafica a devenit o componentă atât de importantă pentru monitoarele calculatoarelor moderne, încât este greu să ne imaginăm PC-uri care nu au capacitatea de a desena pe ecrane imagini perfecte. Dar pentru primele modele de PC-uri, imaginile grafice au fost considerate niște idei de viitor. Pentru simpla adăugare a culorii era nevoie să fie dezvoltat un nou sistem de afișare, mai revoluționar.

1 Cyan – nuanță de albastru (turcoaz). (n. trad.)

2 Magenta – nuanță de roșu (purpuriu). (n.trad.)

Singurele imagini grafice disponibile la primele modele de PC-uri au fost cele de tip bloc, care erau asemănătoare cu primele jucării ale sugarilor nu numai prin nume, ci și prin faptul că erau simple obiecte, care nu puteau fi folosite pentru realizarea unor lucruri serioase. Primul sistem grafic de afișare adevărat pentru PC nu se ridica la nivelul televiziunii, lucru incredibil în oricare alt context. Noile sisteme de afișare create – denumite sisteme de grafică bitmap – s-au dovedit suficient de puternice, astfel că în câțiva ani calitatea monitoarelor PC-urilor a egalat și chiar a depășit calitatea televizoarelor, PC-urile fiind folosite chiar pentru *crearea* imaginilor televizate. Sistemul de grafică al unui PC modern a mai parcurs un pas și încearcă acum să creeze imagini tridimensionale reale (sau foarte apropiate de realitate).

Dezvoltarea graficii pentru PC-uri este descrisă cel mai bine ca o acumulare și nu ca o evoluție. Practic fiecare sistem nou este construit pe baza modelelor mai vechi, păstrând o compatibilitate totală cu acestea. Chiar și ultimele sisteme de grafică 3D păstrează capacitatea de a utiliza primele imagini grafice simple de tip bloc. Ca și cum dumneavoastră înșivă ați avea gene comune cu una dintre primele forme de viață, cum ar fi bacteriile, viermii și politicienii, noul dumneavoastră PC, deși foarte aspectuos, include și realizările de vârf ale tehnologiei grafice din 1981.

## Grafica pe blocuri

Pentru a afișa imagini grafice pe ecran, nu aveți nevoie de un calculator puternic și de un sistem de operare avansat, ceea ce este foarte bine, pentru că în primii ani de la apariția PC-urilor, calculatoarele nu aveau nici putere și nici sisteme de operare serioase. De fapt, chiar și teleimprimatoarele, care erau capabile doar să mâzgălească numere și litere pe hârtie, puteau tipări imagini grafice mai simple. Selectând corespunzător caracterele, privind imaginea tipărită de la distanță și închizând puțin ochii, vă puteați imagina că unele tipărituri chiar conțineau imagini grafice (de exemplu, un triunghi de text seamănă vag cu un brad de Crăciun). Există și în zilele noastre utilizatori care realizează diferite combinații de caractere pentru a crea astfel de imagini bazate pe text pe care le includ în mesajele de poștă electronică. Dar astfel de imagini nu pot fi considerate fotografii, decât dacă aveți probleme cu vederea, aveți pretenții foarte scăzute sau aparatul dumneavoastră de fotografiat este perimat.

Când PC-urile lucrează la fel ca teleimprimatoarele, imaginile grafice afișate au aceleași limitări ca tipăriturile – caracterele nu pot decât să aproximeze imaginile din realitate. Încercând să îmbunătățească lucrurile, proiectanții primului model de PC au folosit avantajul potențialului suplimentar oferit de memorarea caracterelor ca octeți. Deoarece un octet poate codifica 256 de caractere diferite, iar literele din alfabet și celelalte simboluri adunate sunt mult mai puține, proiectanții primului PC au atribuit caractere speciale unor octeți cu valori mai mari din setul de caractere. Pe lângă ornamentele și simbolurile speciale din limbile străine, o parte dintre caracterele suplimentare au fost rezervate pentru desenarea de imagini grafice din forme discrete și blocuri din modele, care completează parțial sau în întregime matricea de caractere.

Când PC-ul dumneavoastră operează în modul de text, cum este cazul casetei DOS din Windows, puteți să creați imagini grafice mai simple prin poziționarea strategică a acestor blocuri de caractere pe ecran astfel încât să alcătuiască forme mai mari. Alte caractere suplimentare reprezintă linii simple și duble, colțuri și intersecții de linii, care permit desenarea de chenare în jurul zonelor de text. Deoarece caracterele sunt elementele constitutive ale imaginilor grafice, această formă de grafică este numită grafică pe blocuri. În Figura 16.3 sunt prezentate caracterele grafice de tip bloc din setul standard de caractere al unui PC.

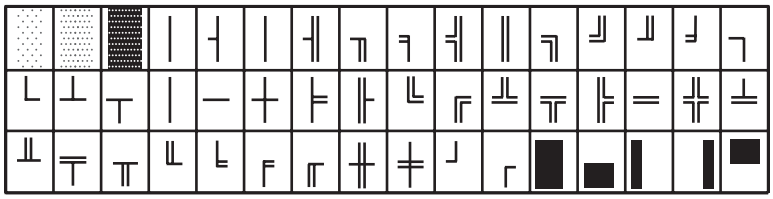


**FIGURA 16.3**
*Caracterele grafice de tip bloc din setul standard de caractere al unui PC.*

Într-un sistem de afișare pentru PC, imaginile grafice pe blocuri sunt considerate texte și sunt tratate la fel ca orice caracter de text obișnuit. Pentru fiecare caracter dintr-o imagine grafică pe blocuri pot fi utilizate atributele de text, incluzând toate culorile de text disponibile, evidențierea și caracteristicile modului video invers. De asemenea, caracterele sunt afișate pe ecran în modul de text, ceea ce le oferă o viteză mare de prelucrare, însă pot fi folosite doar în acest mod sau în caseta DOS a sistemului Windows. Datorită faptului că utilizează caracterele ASCII din partea superioară a setului de caractere – care este un domeniu interzis pentru cele mai multe sisteme de poștă electronică pe șapte biți – în mod normal nu le puteți folosi pentru crearea de imagini în mesajele e-mail obișnuite.

## Grafica bitmap

Sistemul Windows a marcat tranziția modului de operare de bază al sistemelor de afișare ale PC-urilor. De la modurile de afișare bazate pe caractere, Windows a trecut la etapa afișărilor bitmap. *Grafica bitmap* îmbunătățește calitatea slabă a imaginilor pe blocuri prin reducerea dimensiunii blocurilor. Cu cât blocurile din care este formată o imagine sunt mai mici, granulația este mai fină și pot fi ilustrate mai multe detalii. Aspectele fizice ale sistemului de afișare impun o limită clară și care nu poate fi modificată în ceea ce privește micșorarea blocului – dimensiunea punctelor individuale care formează imaginea pe ecranul video. Imaginea cea mai clară și de cea mai bună calitate care ar putea fi prezentată de orice sistem de afișare ar putea controla individual fiecare punct de pe ecran.

Aceste puncte sunt numite de obicei *pixeli*, o prescurtare a termenului descriptiv picture element (element de imagine). La fel ca elementele atomice, pixelii sunt cele mai mici blocuri constructive din care poate fi creată rapid o imagine reală.

Termenii de punct (dot) și pixel sunt folosiți în multe situații ca sinonime, însă definițiile lor exacte sunt puțin diferite. În situația în care un sistem operează la limita maximă, afișând pe ecran numărul maxim de puncte pe care le poate controla fizic, numărul de puncte și numărul de pixeli sunt identice. În general însă, sistemele de afișare operează cu o claritate (rezoluție) ceva mai mică decât cea maximă pe care o pot oferi, caz în care un pixel poate fi desenat pe ecran din mai multe puncte.

Cea mai directă metodă de prelucrare a informațiilor care trebuie afișate pe ecran este de a atribui fiecărui pixel o anumită zonă de memorie; de exemplu, fiecare caracter dintr-o afișare de caractere mapate poate fi codificat prin doi octeți. În schema arhitecturală a unui PC, acest tip de sistem de afișare este numit deseori sistem de grafică bitmap, deoarece datele care controlează fiecare pixel sunt memorate în unul sau mai mulți biți din memorie. Deoarece fiecare pixel sau punct de pe ecranul video poate fi adresat și separat, prin memorie, această metodă de control a afișajului video mai este numită *grafică având toate punctele adresabile* (*all points addressable)* sau afișare APA.

Într-un sistem de grafică bitmap, în memoria de afișare este înregistrată o reprezentare electronică exactă a imaginii de pe ecran. De fapt, este un instantaneu din ceea ce vedeți

dumneavoastră; pentru a actualiza imaginea de pe ecran, programul software rulat de PC trimite constant date noi în memoria de afișare. Memoria stochează temporar modificările din cadru până la citirea acestora sub forma unui cadru complet de imagine (operația are loc de zeci de ori pe secundă). Datorită acestei funcții, memoria de afișare de grafică mai este numită și buffer de cadre.

La fel ca în cazul memoriei cu caractere mapate, și în acest caz programatorii folosesc metode proprii pentru a scrie imaginile grafice bitmap pe ecranul monitorului. Memoria BIOS a PC-ului pune la dispoziție suportul de bază care permite modificarea oricărui bit de pe ecran prin programe software. Însă utilizarea memoriei BIOS pentru modificarea pixelilor individuali este un proces lent și minuțios. Pentru a obține performanțe mai bune, cele mai multe aplicații scriu informațiile grafice direct în bufferul de cadre.

Imaginile grafice de tip bitmap sunt mult mai clare decât imaginile pe blocuri. Mai mulți pixeli înseamnă mai multe detalii. Numărul de puncte de pe un ecran și numărul fundamental de pixeli sunt mult mai mari decât numărul de caractere afișate pe același ecran, atingând valori mai mari de 64 până la 126 de ori. Însă și grafica bitmap impune propriile limitări, care se influențează una pe alta – utilizarea memoriei și viteza.

Cantitatea de memorie necesară unui sistem de afișare grafic depinde de doi factori: claritatea imaginii afișate și numărul de culori (sau niveluri de gri) care pot fi afișate. Orice creștere a clarității și a numărului de culori presupune că PC-ul dumneavoastră afișează pe ecran mai multe detalii (mai multă informație) și memorează mai multe informații în bufferul propriu de afișare. Unul dintre efecte este că sistemul are mai multe informații de prelucrat (mai mulți octeți), ceea ce înseamnă mai mult de lucru. Și cu cât PC-ul dumneavoastră lucrează mai mult, cu atât este mai mare timpul necesar terminării lucrării.

## Grafica vectorială

Grafica bitmap mai este numită și *grafică de tip rastru*, pentru că în această tehnologie, ecranul este organizat ca un ansamblu de linii denumit rastru care este baleiat continuu de mai multe zeci de ori pe secundă. Cu toate că grafica de tip rastru stă la baza tuturor monitoarelor de PC-uri – ca și pentru televizoarele și sistemele video din prezent – nu reprezintă singura metodă de afișare a unei imagini din calculator pe un monitor. Mai există o tehnică, complet diferită, care nu baleiază ecranul cu regularitate, ci controlează foarte precis circuitele care operează cu bobinele de deflexie orizontale și verticale. Această tehnică nu trasează linii de baleiere, ci desenează imaginile cam cum ați trage dumneavoastră dungi de vopsea cu o pensulă. Pentru a păstra ecranul luminos, imaginile sunt retrasate constant.

Deoarece semnalele care controlează monitorul conduc fasciculul de electroni în tubul catodic (CRT) ca pe o serie de vectori, această tehnică de formare a imaginii este denumită uzual *grafică vectorială (vector graphics)*. În mod corespunzător, acest tip de sistem de afișare mai este numit și *generator de linii (stroker)* datorită asemănării cu desenarea dungilor de vopsea cu ajutorul pensulei. Cu toate că nu este folosit în domeniul PC-urilor, termenul apare ocazional în descrierile stațiilor de lucru computerizate costisitoare.

## Rezoluția

Mărimea prin care se măsoară claritatea posibilă a unei imagini video se numește rezoluție. Această mărime indică de fapt câți pixeli individuali conținuți de o imagine va distribui sistemul de afișare pe lățimea și pe înălțimea ecranului. Datorită faptului că PC-ul dumneavoastră generează imaginea ca pe un semnal electric complet independent

de monitorul calculatorului (PC-ul construiește aceeași imagine chiar dacă monitorul nu este conectat la calculator), proprietățile fizice ale monitorului (cum ar fi dimensiunile fizice) nu sunt luate în calcul în măsurarea rezoluției. Cu alte cuvinte, numărul de pixeli dintr-o imagine nu depinde de dimensiunea ecranului pe care este afișată imaginea. Rezoluția este exprimată fără a se face referire la unități liniare de măsură; rezoluția este descrisă în pixeli sau puncte și nu în puncte pe inci (dots per inch). De exemplu, un monitor VGA standard are rezoluția de 640 de pixeli pe orizontală pe 480 pixeli pe verticală în modul de grafică nativ. (O particularitate specifică sistemului VGA face ca rezoluțiile în modurile de text și de grafică să fie diferite. Modul VGA de text are o rezoluție de 720 pe 400 pixeli).

Unitatea de măsură pentru claritatea imaginilor afișate pe ecran este puncte pe inci (dots-per-inch) și depinde atât de rezoluție, cât și de dimensiunea imaginii rezultate. La aceeași rezoluție, un ecran mai mare are o claritate mai mică decât un ecran cu dimensiuni mai mici – în condițiile în care toți ceilalți parametri sunt egali. De exemplu, o imagine VGA care are 15 inci pe diagonală va avea 640 de pixeli pe fiecare dintre liniile orizontale cu lungimea de 12 inci. Pe un monitor perfect, claritatea imaginii ar putea atinge valoarea de 53 de puncte pe inci (dpi). Pe un ecran perfect de zece inci, claritatea poate atinge chiar 80 de puncte pe inci (dpi).

Cu cât rezoluția unei imagini este mai mare, cu atât imaginea va conține mai mulți pixeli. Cu cât crește numărul de pixeli, crește și cantitatea de memorie necesară pentru stocarea lor.

## Atributele grafice

Cantitatea de memorie necesară pentru o anumită rezoluție depinde și de un alt factor în afară de numărul de pixeli – numărul de biți atribuit fiecărui pixel. La un nivel minim, fiecare pixel are nevoie de un singur bit de memorie. Bitul respectiv poate fi folosit pentru a codifica două condiții (stări) – dacă pixelul este luminat sau invizibil (întunecat) pe ecran. În cel mai simplu sistem de grafică bitmap, ar putea fi folosit un singur bit de memorie pentru a mapa condiția fiecărui pixel din imaginea video.

Din acest sistem simplu de mapare lipsesc contrastul și culoarea imaginii. Toți biții sunt tratați la fel, iar pixelii asociați de pe ecran par a fi la fel, indiferent dacă sunt sau nu activați. Se obține astfel o imagine grafică afișată cu o singură nuanță de culoare, în care nu apar variații sau umbre, adică o imagine de genul unui desen tehnic. Dacă pentru anumite scopuri o astfel de imagine s-ar putea să fie suficientă – de exemplu, pentru afișarea unei diagrame sau a unui graf ce simulează aspectul monocrom al unui desen executat cu tuș pe hârtie – există și situații în care culoarea și contrastul pot aduce elemente noi.

Metoda prin care se adaugă culori imaginilor bitmap este foarte asemănătoare cu cea prin care se colorează imaginile de tip text (bazate pe caractere), și anume adăugarea unor informații de atribute. Pentru a reține atributul fiecărui bit este alocată memorie suplimentară. Sistemul bitmap funcționează puțin diferit de cel bazat pe caractere. Toată memoria alocată unui bit este folosită pentru descrierea acestuia. Nu este necesară atribuirea unui octet întreg pentru a identifica un caracter sau un model pentru fiecare element de imagine, deoarece fiecare element este în esență un punct fără formă.

## Planurile de culori

Prin alocarea unui singur bit pentru fiecare pixel rezultă ceea ce specialiștii în grafică numesc sistem bicolor (cu două culori), deoarece totul este afișat în alb și negru; fiecare pixel este activ sau inactiv. Pentru afișarea imaginilor cu mai multe culori, trebuie

codificate mai multe informații – deci sistemul are nevoie de mai mulți biți și mai multă memorie. Prin adăugarea celui de-al doilea bit pentru fiecare pixel se dublează numărul de culori care pot fi afișate pe ecran (în terminologia specialiștilor în grafica pe calculator, umbrele – adică gradele de întuneric sau de lumină – sunt considerate culori diferite). De fapt, fiecare bit suplimentar atribuit fiecărui pixel dublează numărul de culori posibile. În cazul folosirii a $n$ biți, pe ecran pot fi afișate $2n$ culori.

În domeniul graficii pe calculator, numărul de biți care sunt atribuiți pentru codificarea informației de culoare este descris în unele cazuri ca fiind numărul de planuri de culori. Termenul de plan de culori se referă la organizarea memoriei de afișare. Reprezentarea imaginii grafice în memorie poate fi vizualizată mai bine ca o proiecție Mercator a lumii, în care liniile de latitudine și longitudine corespund diferitelor poziții ale biților atribuiți pixelilor din imagine. Biții suplimentari utilizați pentru caracterizarea fiecărui pixel introduc a treia dimensiune, generând o serie de planuri care conțin informația de culoare (la fel ca straturile hărților suprapuse).

Deoarece prin creșterea numărului de culori folosite într-o imagine are loc o creștere aparentă a calității acesteia, iar aspectul este mai apropiat de realitate, există tentația de a crește cât mai mult posibil profunzimea în biți[1] a fiecărui pixel. Însă o dată cu creșterea numărului de culori sau a planurilor de culori, crește și cantitatea de memorie necesară pentru codificarea fiecărui pixel. În plus, spre dezamăgirea furnizorilor de memorii video, ochiul uman are capacități limitate de a distinge culorile individuale – majoritatea oamenilor pot deosebi doar câteva milioane de culori distincte. Monitoarele color au limite și mai joase pentru numărul de culori pe care le pot afișa. Cele mai multe monitoare pot afișa până la 262.144 de culori, valoare care corespunde performanțelor unui sistem de afișare pe 18 biți. După atingerea acestei limite și atribuirea cantității corespunzătoare de memorie pentru fiecare pixel, nici o modernizare ulterioară nu mai poate îmbunătăți aspectul imaginilor afișate pe ecran.

Limita practică pentru un sistem color este o profunzime de 24 de biți, valoare ce permite sistemului să memoreze și să afișeze teoretic până la 16.777.216 de nuanțe diferite. Sistemele de afișare care au această caracteristică sunt numite sisteme color pe 24 de biți sau sisteme True Color[2], deoarece pot memora suficiente informații astfel încât să codifice mai multe culori decât ar putea vedea orice om; aceste sisteme pot păstra o reprezentare aproape reală a oricărei culori.

Deși unele dintre proprietățile sistemelor de afișare True Color sunt inutile (ele depășesc mult capacitățile umane de deosebire a culorilor), acest sistem este foarte util proiectanților datorită faptului că atribuie câte un octet de memorie pentru fiecare dintre cele trei culori primare (roșu, verde și albastru) fiecărui pixel în parte. Acest necesar de memorie (trei octeți pentru fiecare pixel) impune sarcini suplimentare de prelucrare sistemelor cu rezoluție ridicată. De asemenea, poate să solicite mult și sistemele de stocare a datelor.

Unele sisteme de afișare mai noi au și un mod de lucru color pe 32 de biți. În loc să aloce octetul suplimentar pentru informația de culoare, cele mai multe sisteme pe 32 de biți folosesc biții suplimentari ca pe un canal alfa. În loc să conțină informații de culoare, biții din canalul alfa conțin informații de control. Ca urmare, canalul alfa pune la dispoziție

1 Profunzimea în biți (engl. bit-depth) – numărul de biți alocați unui pixel pentru stocarea informației referitoare la culoare într-un fișier de grafică. (n. trad.)

2 True Color – sistem de reprezentare a culorilor RGB prin utilizarea a 8 biți de informație pentru a specifica nivelul fiecărei culori primare asociate unui pixel.

un spațiu de memorie pentru informații referitoare la efectele speciale. În mod obișnuit, biții din canalul alfa nu sunt luați în calcul în numerotarea planurilor de culori.

Cantitatea de memorie necesară pentru a afișa un ecran grafic color se calculează simplu și direct. Se înmulțește numărul de pixeli de pe ecran – adică rezoluția – cu profunzimea fiecărui pixel și apoi se împarte rezultatul obținut la opt pentru a transforma biții în octeți. De exemplu, un ecran așa-numit XGA cu o rezoluție de 1024 pe 768 pixeli conține exact 786.432 de pixeli. Dacă doriți nivelul True Color (un octet de memorie pentru fiecare culoare sau un total de 24 de biți pe pixel), aveți nevoie de 18.874.368 de biți pentru memorarea datelor imaginii; aceasta înseamnă 2.359.296 de octeți. Un adaptor de afișare cu numai 2 MB nu poate să prelucreze această combinație de culori și rezoluție, însă (rotunjind până la următoarea valoare disponibilă) o placă având 4 MB o va face foarte precis.

În Tabelul 16.3 sunt prezentate pe scurt cantitățile de memorie necesare pentru rezoluțiile folosite uzual la diferite valori ale profunzimii în biți.

**Tabelul 16.3** Memoria de afișare necesară pentru anumite valori ale rezoluției și profunzimii culorii

| *Rezoluție* | *Mono* | *16 culori* | *256 culori* | *High Color* | *True Color* |
|---|---|---|---|---|---|
| Biți pe pixel | 1 | 4 | 8 | 16 | 24 |
| Octeți/pixel | 0,125 | 0,5 | 1 | 2 | 3 |
| 640x480 | 38.400 | 153.600 | 307.200 | 614.400 | 921.600 |
| 800x600 | 60.000 | 240.000 | 480.000 | 960.000 | 1.440.000 |
| 1024x768 | 98.304 | 393.216 | 786.432 | 1.572.864 | 2.359.296 |
| 1152x864 | 124.416 | 497.664 | 995.328 | 1.990.636 | 2.985.984 |
| 1280x1024 | 163.840 | 655.360 | 1.310.720 | 2.621.440 | 3.932.160 |
| 1600x1200 | 240.000 | 960.000 | 1.920.000 | 3.840.000 | 5.760.000 |
| 1920x1340 | 321.600 | 1.286.400 | 2.572.800 | 5.145.600 | 7.718.400 |
| 2048x1536 | 393.216 | 1.572.864 | 3.145.728 | 6.291.456 | 9.437.184 |

Valorile prezentate în acest tabel se referă doar la sistemele de afișare bidimensionale. Sistemele tridimensionale, care sunt din ce în ce mai cunoscute, folosesc și ele foarte multă memorie. Cele mai multe dintre ele posedă două buffere de cadre pentru a putea beneficia de tehnica celor două buffere și utilizează memorie suplimentară pentru randarea imaginii, de exemplu pentru a lucra ca buffer z. Datorită faptului că randarea 3D este mare consumatoare de resurse de calcul, cele mai multe sisteme au limite stricte pentru rezoluția de lucru a imaginilor 3D, reducând mult cerințele de memorie în modul 3D.

Planurile de culori au legătură cu bancurile de memorie, dar nu au aceeași semnificație. De exemplu, pentru a mapa mai multă memorie în spațiul limitat de adrese rezervat pentru sistemul video folosind vechile ferestre de memorie VGA, unele adaptoare video folosesc tehnici de comutare a bancurilor (bank switching), utile pentru a transfera octeții din memoria video în interiorul și în afara domeniului de adrese al microprocesorului gazdă. În unele moduri video, aceste bancuri corespund exact cu planurile de culori folosite de adaptorul video. În alte moduri, pentru indicarea culorilor individuale fiecare banc poate stoca mai multe planuri de informații video cu ajutorul biților din fiecare octet al memoriei de ecran.

## Codificarea culorilor

Și cele mai bune și cele mai slabe sisteme de afișare atribuie același număr de biți pentru fiecare dintre cele trei culori primare – adică între un bit și un octet întreg. Însă pentru profunzimile intermediare de culoare apar conflicte directe între sistemul digital binar utilizat în PC și baza de trei culori folosite pentru imaginile color. De exemplu, dacă doriți să atribuiți un singur octet pentru a descrie culorile fiecărui pixel, cum veți împărți cei opt biți între cele trei culori? Dacă folosiți doi octeți pe pixel, cum împărțiți 16 la 3?

Nu puteți. Dar nici nu este nevoie. Nu este obligatoriu să codificați culorile ca o combinație de roșu, verde și albastru.

Deoarece ochiul uman este mai sensibil la verde și la nuanțele acestuia (probabil această sensibilitate se datorează oamenilor primitivi care au trăit într-un mediu cu o vegetație luxuriantă de culoare verde), unele sisteme de codificare a culorilor împart în mod egal biții între culori și atribuie bitul rămas culorii verde. De exemplu, când primii ingineri de PC-uri au proiectat un sistem VGA color pe 16 biți, ei au atribuit câte cinci biți pentru roșu și albastru și șase biți pentru verde.

## Spațiile de culori

În operația de combinare a culorilor pentru producerea unui spectru complet, numărul de nuanțe care poate fi produs de un sistem este limitat de gama permisă de mediu. Deoarece cele mai multe sisteme de culori au nevoie de trei semnale (cum ar fi cele trei culori primare ale luminii), maparea acestora presupune trei dimensiuni, care, la rândul lor, definesc un volum sau un spațiu. Gama de culori care pot fi prelucrate de un anumit sistem se numește *spațiu de culori (color space)*. În sistemul RGB folosit de monitoarele PC-urilor, gama celor trei semnale (roșu, verde și albastru) definește cele trei dimensiuni ale spațiului de culori, însă sistemul RGB reprezintă un singur spațiu de culori posibil.

Unele sisteme de imagini rezolvă codificarea culorilor prin metode complet diferite. Una dintre cele mai cunoscute metode (folosită de sistemul Kodak PhotoCD) este codificarea culorilor după strălucire (denumită tehnic luminanță și prescurtată Y) și după două valori de culoare (sau cromaticitate), notate prescurtat C1 și C2, care corespund în general coordonatelor de pe o hartă de culori. Relația matematică dintre aceste trei semnale este definită de standardul PhotoCD (vezi Capitolul 12, „Compact-discurile“), care a fost optimizat special pentru cerințele sistemului PhotoCD.

Într-o formă mai generală, semnalele folosite sunt denumite Y, Cr și Cb. Y este luminanța sau strălucirea întregii imagini și se obține prin adunarea celor trei semnale RGB. Cr reprezintă diferența dintre roșu și semnalul de luminanță. Cb reprezintă diferența dintre albastru și semnalul de luminanță. Prin scăderea valorii Cr din Y se obține semnalul roșu. Scăzând valoarea Cb din Y, se obține semnalul albastru. Scăzând din Y ambele semnale rezultate, adică roșu și albastru, se obține semnalul verde.

Există un sistem înrudit folosit de semnalele video complexe care transformă semnalele YCrCb în intensitate, nuanță și saturație. În spațiul de culori intensitate/nuanță/saturație, intensitatea descrie una dintre axele spațiului de culori. Saturația se definește ca fiind distanța de la axa intensității, iar nuanța reprezintă direcția față de axă. Aceste trei măsuri – două distanțe și un unghi – definesc împreună cele trei dimensiuni ale spațiului. Astfel, nuanța este reprezentată ca un unghi în relația de fază dintre două semnale.

În semnalele video convenționale folosite de televizoare, videocasetofoane și de alte echipamente video, informația referitoare la intensitate este numită semnal de luminanță și ia forma unul semnal standard al unui televizor alb-negru. Informația de saturație este

reprezentată ca fiind amplitudinea corespunzătoare unui semnal suplimentar denumit *rafală de culori (color burst)*. Relația de fază dintre semnalul de luminanță și rafala de culori definește nuanța. Astfel, cele trei dimensiuni ale spațiului de culori video sunt codificate inteligent cu numai două semnale.

Utilizatorii care urmăresc realizarea de lucrări tipărite preferă să gândească și să memoreze culorile într-un spațiu de culori definit de culorile cernelurilor utilizate de imprimante – cyan, magenta și galben. Acest sistem este numit deseori CMY – de la Cyan-Magenta-Yellow (sau, uneori, CMYK; litera K vine de la negru – black – care este folosit în procesul de tipărire cu 4 culori pentru a adăuga profunzime culorilor).

Aceste spații de culori și metode de codificare diferite sunt utile pentru anumite dispozitive de ieșire – culorile CMYK pentru înregistrarea imaginilor care eventual vor fi tipărite și publicate, iar codificarea prin semnalele de luminanță și crominanță pentru imaginile care vor fi folosite pentru sistemele video cu difuzare în timp real (care au o metodă de lucru diferită de calculatoare). Pentru a fi afișate pe monitoarele unor calculatoare normale, aceste imagini grafice trebuie convertite din formatul lor nativ în semnale RGB folosite de monitoarele PC-urilor.

## Maparea culorilor

O răspândire foarte mare în domeniul PC-urilor a avut și o altă metodă de codificare a culorilor în memorie, care presupune conversia (translația) semnalelor, în special pentru cazurile în care un producător dorește să economisească memoria video. Această tehnică, denumită *maparea culorilor (color mapping)*, reține doar numerele de cod ale culorilor, fiecare dintre aceste numere putând face referire la aproape orice culoare. Pentru fiecare pixel de pe ecran este înregistrat un număr de cod în memoria video. Pe baza valorilor numerice memorate, sistemul de afișare verifică într-un tabel de căutare a culorilor (Color Look-Up Table sau memorie CLUT), care are rolul de a stabili relațiile de corespondență dintre culori și numere, după care culoarea găsită este trimisă către monitor. Datorită naturii culorilor din realitate, maparea culorilor poate economisi substanțial memoria video.

Când valorile stocate în memoria de ecran indică direct ce culoare apare pe ecran – fiecare culoare posibilă primind un cod care precizează dacă este sau nu folosită – se spune că aceste culori sunt *mapate direct*.

Maparea directă permite oricărui pixel să aibă orice culoare, însă majoritatea imaginilor sunt create din foarte puține culori. Până la urmă, pe un ecran VGA sunt doar 307.200 de pixeli, astfel că nu este posibil să afișați simultan toate cele 16 milioane de culori permise de un sistem VGA pe 24 de biți. Dacă sunteți calculat în ceea ce privește reducerea culorilor și culorile pe care le afișați, puteți crea imagini uimitor de realiste folosind mai puțini octeți de memorie prin limitarea numărului de culori afișate pe ecran (care limitează cantitatea necesară de memorie). Desigur, apare problema unei selecții optime de culori, pentru că nici o imagine nu se aseamănă cu alta. Un urs polar într-o furtună de zăpadă creează o imagine predominant albă; un urs negru într-o peșteră având în fundal un cer fără stele creează o imagine predominant neagră; iar un cadru fix dintr-un film, în care este surprinsă o explozie, este colorat în cea mai mare parte în roșu.

Culorile desemnate pentru a fi memorate pot fi adaptate imaginii cu ajutorul tabelului de căutare a culorilor. De fapt, CLUT are funcția unei hărți spectrale. Nu este nevoie de o cantitate prea mare de memorie pentru a înregistra pointerii care indică ce culoare specifică dintr-o colecție mai mare de nuanțe (denumită paletă) este folosită pentru

afișarea unui anumit pixel. Numărul de pointeri determină numărul de culori diferite care pot fi afișate simultan pe ecran. Numărul de culori din paletă este limitat de dimensiunea pointerilor. Fiecare pixel de pe ecran are nevoie doar de spațiul de memorie necesar pentru a indica ce pointer trebuie folosit. De exemplu, un sistem VGA care folosește un singur octet de memorie pentru fiecare pixel ar putea accesa un tabel de căutare a culorilor cu 256 de pointeri – adică 28 – ce permite afișarea simultană pe ecran a 256 de culori diferite. Fiecare pointer are 18 biți de memorie și permite accesul la o paletă cu 262.144 de nuanțe diferite – aproape suficient pentru ca fiecare pixel să capete o culoare diferită.

Tabelele de căutare a culorilor reduc și dimensiunea memoriei, dar și viteza de lucru. Însă progresul tehnologic face ca aceste probleme să fie din ce în ce mai puțin relevante. Pe măsură ce cipurile de memorie și microprocesoarele devin mai ieftine, iar rezoluția ecranului crește, memoriile CLUT sunt folosite din ce în ce mai rar. Deși standardul VGA încă le folosește, sistemele de afișare de rezoluție ridicată de pe cele mai multe PC-uri nu mai au nevoie de ele. Chiar și așa, veți întâlni această tehnologie în alt loc în care reducerea memoriei devine importantă – memorarea imaginilor grafice. Fișierele GIF folosite pentru numeroase imagini Web utilizează deseori maparea culorilor și tabelele de căutare a culorilor pentru reducerea numărului de octeți necesari pentru memorarea unei imagini.

## Comenzile grafice

Arma secretă de obținere a vitezelor mari în orice sistem de grafică o reprezintă comenzile grafice de nivel înalt. Prin combinarea tuturor etapelor mici din operațiile complexe de afișare pe ecran într-o singură rutină, chiar și cele mai complicate imagini de pe ecran pot fi codificate prin câteva comenzi. În afară de compactarea programelor, aceste comenzi grafice de nivel înalt eliberează microprocesorul PC-ului de responsabilitatea efectuării operației de construire a imaginilor în bufferul de cadre.

Microprocesorul folosește comenzile grafice de nivel înalt pentru a transmite instrucțiuni unui subsistem de grafică. În PC-urile moderne, aceasta înseamnă fie un cip accelerator de grafică, fie un accelerator 3D. Acceleratorul execută comenzile pentru a muta pixelii în bufferul de cadre.

Gama acestor comenzi grafice este foarte mare. Fiecare cip accelerator de grafică are propriul său set de comenzi. Cele mai folosite comenzi grafice sunt prezentate în continuare:

### Transferurile pe blocuri de biți

*Transferurile pe blocuri de biți* sunt instrucțiuni prin care se cere cipului accelerator de grafică să mute datele în cadrul memoriei de afișare. Practic, microprocesorul nu mai trebuie să mute în memorie toți octeții cu informații grafice, ci doar să comunice cipului de grafică ce bloc să mute (sursa de date) și unde (destinația). Cipul de grafică preia apoi controlul asupra întregii operații de transfer de date.

Prescurtate și BitBlt, transferurile pe blocuri de biți sunt folosite în special pentru derularea imaginilor pe ecran. Puteți observa foarte ușor ce efect are această comandă asupra performanțelor video ale sistemului. Când derulați puțin pe ecran o imagine din biți cu ajutorul unui cip de grafică, partea de sus a imaginii sare rapid în noua poziție, lăsând să se vadă în partea de jos a ecranului o bandă neagră care este completată mai lent cu restul datelor din imagine. Prima mutare foarte rapidă a părții de sus a imaginii se realizează în întregime în memoria de afișare cu ajutorul instrucțiunilor BitBlt. Restul imaginii ajunge în memoria de afișare prin magistrala I/O sau prin magistrala locală, trasee care determină apariția întârzierilor.

### Comenzile de desenare

*Comenzile de desenare* comunică cipului de grafică modul în care trebuie să construiască o parte a unei imagini pe ecran – cum să deseneze o linie, un dreptunghi sau un arc ori cum să coloreze o figură închisă cu o culoare omogenă sau cu un model de umplere. Denumite deseori primitive grafice, aceste comenzi sparg imaginea în elemente constitutive care pot fi codificate digital în scopul construirii unei forme pe ecran.

Înainte să pună o linie pe ecran, microprocesorul PC-ului trebuie să calculeze locurile în care vor apărea biții care formează linia. După ce calculează coordonatele fiecărui pixel care va apărea pe ecran, microprocesorul transferă modificările în memoria de afișare prin magistrala de date. Dacă lucrează cu un accelerator de grafică, microprocesorul nu trebuie să indice acestuia decât punctele de start și de sfârșit ale liniei. Acceleratorul de grafică se ocupă apoi de calculul poziției pixelilor și introduce valorile corespunzătoare în memoria de afișare.

### Spiridușii

*Spiridușii*[1] *(sprites)* sunt mici imagini care sunt mutate pe ecran ca unități individuale, în genul unui indicator de mouse. Microprocesoarele de uz general nu au resurse pentru a lucra cu spiridușii, și de aceea la fiecare deplasare a unui spiriduș pe ecran trebuie să calculeze din nou fiecare bit din imaginea acestuia. Multe acceleratoare de grafică posedă funcții interne de lucru cu spiridușii. Aceste cipuri memorează modelul din biți al spiridușului și nu au nevoie decât de instrucțiuni care să indice poziționarea acestuia. În loc să redeseneze spiridușul, cipul de grafică nu trebuie decât să modifice coordonatele atribuite imaginii acestuia pe ecran; practic efectuează o remapare a poziției imaginii.

### Lucrul cu ferestre

*Lucrul cu ferestre* este una dintre cele mai obișnuite caracteristici pentru sistemele de operare grafice moderne. Fiecare task primește pe ecran o zonă dedicată propriilor operații și imagini. Un microprocesor de uz general controlează cu greu toate ferestrele folosite de fiecare task. În mod normal, doar cipurile acceleratoare de grafică și 3D sunt proiectate să lucreze cu ferestrele prin comenzi simple. După definirea unei ferestre pe ecran, aceasta poate fi manipulată ca un singur bloc și nu sub formă de octeți individuali. În lucrul cu ferestre există două posibilități: fie operațiile cu ferestre sunt operații software, fie cipul de grafică include resurse hardware speciale pentru a raționaliza controlul ferestrelor.

Într-un sistem convențional cu ferestre, software-ul controlează afișarea fiecărei ferestre. După calculul machetei ecranului, valorile corespunzătoare fiecărui pixel sunt introduse în locațiile corespondente din harta de memorie. Imaginea este generată prin citirea în secvență a fiecărei locații de memorie și prin utilizarea informațiilor pe care le conțin locațiile pentru a controla intensitatea fasciculului de electroni din monitor la baleierea ecranului. Locațiile de memorie sunt parcurse (citite) secvențial, într-o ordine fixă.

*Metoda hardware de lucru cu ferestre* presupune împărțirea bufferului de cadre. Cu toate că fiecare punct de pe ecran are atribuiți unul sau mai mulți biți de memorie, harta memoriei video nu trebuie să fie o reprezentare exactă a ecranului, coordonată la coordonată. În timpul în care fasciculul video desenează imaginea pe ecran, cipul video nu mai explorează toate locațiile de memorie într-o ordine secvențială exactă. Adresele

1 Spiriduș (engl. sprite) – mică imagine ce poate fi mutată pe ecran independent de celelalte imagini din fundal. (n. trad.)

de memorie parcurse pentru a controla fasciculul sunt indicate prin pointeri, care ghidează operația de explorare între diferite zone de memorie. Fiecare zonă de memorie indicată reprezintă o fereastră de pe ecran.

Fiecare fereastră poate fi manipulată individual. Există chiar posibilitatea ca memoria folosită de o fereastră să fie mapată chiar în domeniul de adrese folosit de microprocesorul sistemului, în timp ce restul ecranului să fie controlat separat. O consecință a acestui mod de lucru este eliminarea operațiilor de calcul necesare în mod normal pentru a modifica o fereastră. Prin această metodă, viteza de actualizare a ecranului crește substanțial.

**Panoramarea**

*Panoramarea hardware (hardware panning)* folosește anumite zone de memorie din sistemul video care nu sunt utilizate ca buffer de cadre. De exemplu, placa video poate avea 2 MB de memorie, dar nu folosește decât 1,5 MB pentru a stoca o imagine cu dimensiunea de 1024 pe 768 pixeli cu culori pe 16 biți. Cei 500 de kiloocteți liberi de memorie pot stoca o imagine mai mare decât cea afișată în mod curent pe ecranul monitorului – imaginea de pe monitor devine practic o fereastră în memoria de afișare. În locul unei imagini de 1024 pe 768 pixeli, de exemplu, memoria de afișare suplimentară ar putea permite umplerea unui tablou de 1152 pe 864 pixeli. Pentru a realiza o vizionare panoramică a imaginii pe ecran, circuitele de afișare nu trebuie decât să modifice adresa zonei de memorie rutată prin ieșirea plăcii. Schimbarea adreselor este o operație mult mai rapidă decât mutarea blocurilor de octeți prin instrucțiuni BitBlt, și de aceea panoramarea hardware se produce foarte repede – însă doar dacă memoria plăcii video conține întreaga imagine care trebuie afișată. Această tehnică este foarte utilă când aveți un model mai vechi de monitor, care nu răspunde foarte bine la ratele mari de baleiere folosite de echipamentele moderne; atunci când utilizați o suprafață de lucru mai mare, puteți afișa pe ecran atâtea imagini câte poate accepta monitorul.

În funcție de componentele hardware și de driverele instalate în PC-ul dumneavoastră, sistemul Windows vă permite să modificați independent dimensiunea suprafeței de lucru și imaginea afișată pe ecran prin foaia de proprietăți Settings din caseta Display Properties.

## Grafica tridimensională

Toate modelele noi de adaptoare de afișare pretind că posedă capacitatea de a afișa imagini tridimensionale. Cu alte cuvinte, ele pretind că sunt *plăci 3D*. În termenii folosiți pentru un adaptor de afișare, 3D înseamnă și mai mult și mai puțin decât pare. În prezent, 3D nu mai are semnificația din anii '50, când părinții și bunicii dumneavoastră își puneau ochelari albaștri și roșii cu rame din carton ca să vadă personaje fantastice sărind de pe ecranul cinematografului. În limbajul specific lumii calculatoarelor, acel tip de 3D este o *afișare stereoscopică*.

În același limbaj al calculatoarelor, 3D înseamnă adăugarea unei profunzimi simulate imaginilor plate de pe ecranul unui monitor. Însă un adaptor de grafică 3D face mai mult decât să adauge aparența celei de-a treia dimensiuni. Această placă poate oferi animație 3D imaginilor pentru a face jocurile mai atractive și pentru a atașa prezentărilor efecte deosebite.

Funcția de realizare a mișcării de pe placa 3D este cea mai impresionantă caracteristică a acestei plăci. În afară de construirea imaginilor 3D, această funcție trebuie să fie și foarte rapidă (cel puțin 15 cadre pe secundă) astfel încât prin derularea imaginilor utilizatorul să creadă că există animație.

Generarea acelor imagini presupune existența unei puteri de prelucrare mai mare decât puterea unui întreg PC de acum câțiva ani. Aceste sisteme trebuie să mute în fiecare secundă mai mulți megaocteți de memorie, chiar sute în unele cazuri. De asemenea, trebuie să lucreze cu funcții matematice de care dumneavoastră probabil nici nu ați auzit în liceu. Sistemele de acest tip încapsulează acum toate resursele necesare în acceleratoarele de grafică moderne. Și mai bine este că a dispărut cea mai mare parte din calculele matematice. La scrierea programelor, dezvoltatorii nu au nevoie decât de un apel către una dintre funcțiile avansate implementate în interfețele de programare (cum ar fi DirectX produsă de Microsoft).

Indiferent de motivul pentru care folosiți placa 3D, pentru ca aceasta să genereze iluzia realității 3D trebuie să posede câteva funcții de bază. Aceste funcții pot fi implementate hardware sau software – fie acceleratorul de grafică se ocupă singur de calculele mai complicate, fie sistemul se bazează pe microprocesorul PC-ului pentru a rezolva problemele dificile, iar apoi le transferă prin funcții bidimensionale convenționale către placa 3D. În mod normal, o placă 3D ar trebui să efectueze singură toate operațiile 3D, însă în cazul în care nu posedă toate funcțiile hardware, DirectX se va ocupa de toate detaliile.

## Parchetarea

În general, calculatoarele au probleme la crearea și manipularea obiectelor tridimensionale. Deoarece calculatoarele lucrează numai cu numere, pentru a putea opera cu obiecte, acestea trebuie să fie descrise matematic. Este foarte dificil să se găsească un set de ecuații pentru a descrie un obiect complex, atât de dificil încât programatorii nici nu încearcă acest procedeu. Ei preferă să spargă obiectele complexe în componente ușor descriptibile și să folosească resursele calculatorului pentru a manipula aceste elemente. Programatorii realizează imaginile grafice în același mod în care un mozaicar construiește o imagine din plăci foarte mici.

Procesul de împărțire a imaginii în elemente de genul plăcilor este numit *parchetare (tessellation)*. Termenul provine de la numele dat uneia dintre plăcile folosite de mozaicari, *tessera* (în continuare îl vom numi element de parchetare).

În imaginile grafice 3D, calculatorul manipulează individual fiecare element de parchetare. După terminarea transformării, calculatorul recombină toate elementele de parchetare pentru a crea obiectul original. Pentru a elimina nesincronizările dintre elementele de parchetare individuale și alte elemente ale operației de manipulare, sistemul de grafică *filtrează* imaginea rezultată.

În sistemele de afișare 3D reale, elementele de parchetare sunt poligoane, de obicei triunghiuri. Performanța procesoarelor 3D se exprimă de obicei în numărul de poligoane (sau triunghiuri) care pot fi randate într-o secundă. Acest număr poate fi foarte mare. Un obiect complex poate fi format din 20.000 de poligoane sau chiar mai multe. Dacă rotiți obiectul cu o viteză de 15 actualizări pe secundă, acceleratorul de grafică trebuie să randeze 300.000 de poligoane pe secundă.

Numărul de poligoane pe secundă care pot fi randate de un produs nu sugerează prea multe amănunte legate de performanță. Timpul de randare pentru un poligon oarecare depinde de umbrire, textură și de alte atribute. Producătorii de cipuri de grafică stabilesc pentru produsele lor anumite caracteristici teoretice, iar dumneavoastră, ca utilizator, nu puteți decât să ghiciți dacă s-au referit la condițiile din cazul cel mai favorabil (triunghiuri monocrome, cu suprafață netedă) sau din cazul cel mai nefavorabil (poligoane cu texturi complexe, filtrare și dezimțuire în modul True Color).

## Maparea texturii

La acest nivel, elementele de parchetare individuale care formează imaginea pot avea aspectul unui blindaj sau al unui avion de luptă. Fiecare poate avea propria culoare, omogenă și monotonă. În afară de armurile cavalerilor participanți la turnire și de bombardiere, rar se întâlnesc în realitate lucruri cu acest aspect. Obiectele reale au umbre și texturi care le fac să arate mai realist.

Pentru a adăuga realism obiectelor 3D generate de calculator, sistemul de afișare folosește textura. Printr-un proces numit *maparea texturii (texture mapping)*, pe suprafața fiecărui element de parchetare din componența imaginii este aplicată o textură bidimensională. Practic, textura este lipită pe fiecare suprafață a imaginii.

În procesul de mapare a texturii, calculatorul pornește de la o imagine a texturii. Întreaga textură este spartă în componente mai mici, similare pixelilor unei imagini video. Fiecare dintre aceste mici elemente poartă numele de *texel*. Calculatorul manipulează textura prin operații de rotație și scalare și prin aplicarea unor tehnici de perspectivă care corespund operațiilor efectuate asupra elementului de parchetare pe care este aplicată. După această etapă, calculatorul mapează texelii la pixeli.

Din cauza diferitelor operații la care sunt supuse elementele de parchetare și textura, pixelii nu corespund întotdeauna cu texelii. În mod obișnuit, poziția unui pixel apare între texeli. Aplicând unui pixel culoarea celui mai apropiat texel rezultă o imagine ireală. Dacă mai mulți pixeli capătă aceeași culoare, imaginea poate fi monotonă, închisă, iar dacă valorile pixelilor sunt total diferite de valorile texelilor, imaginea poate străluci la cea mai mică mișcare. Pentru a preveni apariția acestor efecte, sistemul de afișare poate aplica în timpul procesului de mapare a texturii tehnica de *filtrare biliniară (bilinear filtering)*. Prin această operație, culoarea unui pixel capătă o valoare intermediară valorilor culorilor celor patru texeli vecini. Rezultă astfel un aspect mult mai real al culorii texturii, în special dacă imaginea este mutată sau rotită.

Cele mai multe sisteme 3D memorează texturile pe mai multe niveluri de detalii pentru a face față situațiilor care solicită profunzimi 3D și rezoluții diferite. În mod obișnuit, fiecare nivel este conceput astfel încât să aibă jumătatea rezoluției nivelului precedent, deci o colecție ar putea include texturi la rezoluțiile de 100, 50, 25 și 12,5 procente. Fiecare nivel de textură este prefiltrat și optimizat pentru a arăta cel mai bine posibil la nivelul corespunzător al rezoluției. Colecția unei singure texturi la diferite niveluri de detaliu este numită *hartă MIP*[1].

Într-o imagine, obiectele pot apărea la orice grad de profunzime, însă în harta MIP sunt înregistrate doar anumite niveluri de detaliu. La anumite profunzimi, textura aplicată unui poligon va folosi unul dintre nivelurile de detaliu din harta MIP. Procesorul 3D interpolează o textură intermediară cu ajutorul unei tehnici denumite *filtrare de gradul trei* (*tri-linear filtering)*. În prima fază, procesorul efectuează o interpolare (filtrare) de gradul doi și apoi o interpolare liniară între nivelurile de detaliu aplicabile pe ambele fețe în profunzimea poligonului.

Maparea texturii este una dintre cele mai complexe operații efectuate de sistemele de grafică tridimensională. Executarea calculelor necesare pentru mapare și filtrare ajunge să ocupe

1 Hartă MIP (engl. mip map) – MIP este prescurtarea de la „multum in parvo“ („mult în puțin“ în limba latină). În maparea MIP se precalculează aspectul unei imagini bitmap pentru o anumită distanță în vederea folosirii într-un program de mapare a texturilor. Harta MIP este o structură de date care conține informații despre o singură textură la anumite niveluri de detaliu.

mai mult de jumătate din timpul de procesare a imaginii. Ca urmare, maparea texturii este una dintre cele mai mari beneficiare ale introducerii tehnicii de accelerare hardware.

## Efectele de profunzime

Afișările grafice obișnuite se deosebesc de afișările 3D în primul rând prin apariția profunzimii imaginii. Într-o imagine 3D, unele obiecte apar mai apropiate decât altele. Desigur, această diferență în profunzime este o iluzie, deoarece fața tubului cinescop sau a ecranului LCD rămâne plată. Practic, sistemul de afișare 3D trebuie să păcălească ochiul, astfel încât acesta să creadă că sesizează o profunzime.

Problema nu este nouă pentru sistemele de afișare 3D. Chiar și primii artiști ai omenirii, care au mâzgălit pereții peșterilor cu cărbune, au încercat să introducă în picturi și desene efectul de profunzime. În decursul istoriei omenirii, artiștii au descoperit (și deseori au redescoperit) tehnicile de perspectivă și alte metode care folosesc avantajul indiciilor de profunzime folosite de ochiul uman pentru a plasa în spațiu obiectele situate la distanță.

### Poziționarea în profunzime

Dimensiunea imaginii este pentru ochiul uman unul dintre principalele indicii de profunzime. Cu cât pare mai mic, un obiect de dimensiune cunoscută pare să fie tot mai departe. Pentru a simula acest efect, sistemele de grafică tridimensională folosesc tehnica denumită *reducerea perspectivei (perspective divide)*. Pentru a face mai mic un obiect situat la distanță, sistemul de grafică scalează distanțele în coordonatele $x$ și $y$ ale imaginii cu un factor proporțional cu coordonata $z$. În cea mai simplă formă, distanțele în sistemul de coordonate $x$-$y$ se împart la valoarea $z$ – cu cât $z$ este mai mare, obiectul devine mai mic.

Efectul este același ca la tehnica perspectivei într-un punct utilizate în artă. Liniile paralele, cum ar fi șinele unei căi ferate, converg la depărtare într-un singur punct – când coordonata $z$ se apropie de infinit, valorile lui $x$ și $y$ sunt apropiate de zero și axele de coordonate se întâlnesc într-un punct.

### Perspectiva atmosferică

Pentru a crea efectul de profunzime în picturi, artiștii folosesc de mult timp tehnica *perspectivei atmosferice*. Datorită efectelor provocate de privirea printr-un spațiu mai mare de atmosferă, care nu este perfect clară din cauza stratului de praf și a vaporilor de apă existenți în ea, obiectele situate la distanță apar mai palide și mai neclare decât obiectele mai apropiate. Artiștii se bazează pe acest efect vizual și adaugă în picturi alb și puțin albastru la culoarea obiectelor care trebuie să apară la distanță.

Tehnica de lucru corespunzătoare din sistemele de grafică tridimensională folosite de calculatoare se numește *încețoșare (fogging)*. Pentru a face ca un obiect să pară la o distanță mai mare, sistemul de grafică adaugă la nuanța obiectului o anumită culoare numită *culoare de ceață (fog color)*. Densitatea culorii de ceață crește o dată cu distanța aparentă la care este situat obiectul. Deoarece tehnica de încețoșare corespunde cu senzația de ceață naturală, uneori este numită chiar *ceață (haze)*. Un alt nume folosit pentru această tehnică este *sugerarea profunzimii (depth cueing)*.

### Efectele de lumină

Fotografii și artiștii plastici au învățat foarte repede că iluminarea este metoda cheie prin care pot face ca imaginile bidimensionale să pară că reprezintă trei dimensiuni. Modelul și profunzimea zonelor luminoase și umbrelor permit ochiului uman să determine depărtarea și poziția relativă a obiectelor. Dacă un obiect este așezat între un alt obiect și sursa de lumină, primul obiect este luminat mai puternic, iar al doilea stă în umbră. Tehnica de randare a imaginilor cu ajutorul efectelor de lumini și umbre se numește

*chiaroscuro*, de la expresia italiană pentru „clar-obscur“. Randarea *chiaroscuro* este una dintre cele mai dificile probleme cu care se confruntă un sistem de grafică 3D.

***Trasarea razelor***

Cea mai puternică și mai fascinantă metodă de randare a luminii într-o scenă tridimensională folosește tehnica de *trasare a razelor (ray tracing)*. Calculatorul urmărește sau trasează drumul fiecărei raze de lumină care are efect pe scenă. Procesul este foarte complex. Calculatorul determină ce obiecte atinge fiecare rază pe baza direcției razei plecate din origine. După ce raza atinge un obiect, calculatorul determină cât din rază ilumineză obiectul și cât este reflectată. Pe baza unghiului dintre suprafața obiectului și fasciculul de lumină, calculatorul determină un traseu nou pentru rază (care acum are o putere mai mică) și schițează traiectoria acesteia până la următorul obiect, continuând aceste calcule până când raza nu mai are nici un efect luminos asupra obiectelor de pe scenă. După trasarea tuturor razelor, calculatorul însumează cantitatea de lumină care a atins fiecare suprafață. Suprafețele care sunt atinse de un număr mare de raze sunt cele mai luminate; cele care sunt atinse de mai puține raze se găsesc în umbră.

Desigur, pentru a ușura efectuarea calculelor matematice, calculatorul nu prelucrează decât un set redus de raze; cu cât sunt mai multe raze, cu atât este mai reușită operația de randare. Calculele matematice sunt atât de complexe, încât PC-urile nu pot executa în timp real trasarea razelor pentru imagini grafice de dimensiuni rezonabile. Această tehnică se aplică foarte bine imaginilor statice (dacă sunteți răbdător), însă în cazul imaginilor animate, fiecare cadru individual trebuie randat separat, timpul necesar fiind de câteva minute pentru fiecare cadru. Ca urmare, tehnica de trasare a razelor nu se recomandă pentru generarea de animații 3D mai complexe în timp real.

***Umbrirea***

Pentru a crea efectul *chiaroscuro (clar-obscur)*, sistemele de grafică din PC-uri folosesc o metodă simplificată, denumită umbrire (shading). În forma cea mai simplă a acestei tehnici, calculatorul determină unghiul dintre o suprafață și sursa de lumină și, folosind reflectivitatea suprafeței, determină cât ar trebui să fie de luminată suprafața respectivă prin randare. *Umbrirea Gouraud (Gouraud shading)*, cunoscută și ca *umbrire netedă (smooth shading)*, include o etapă suplimentară. În această etapă, are loc o interpolare a valorilor razelor de lumină de pe o suprafață în scopul creării unor tranziții graduale de culoare de la o margine luminată la o margine întunecată.

**Bufferul *z***

O metodă de eliminare din imaginile afișate a suprafețelor ascunse este de a ține evidența profunzimii elementelor care formează imaginea. Profunzimea – sau distanța la care se presupune că va apărea elementul – primește o valoare. Această valoare corespunde cu poziția elementelor de pe axa z din sistemul tridimensional de coordonate. În *tehnica bufferului z*, valoarea profunzimii este reținută într-un buffer special, numit *buffer z*. Când cipul de grafică actualizează imaginea, compară valoarea *z* a fiecărui pixel cu cea memorată în bufferul z. În cazul în care valoarea *z* din buffer este mai mică decât cea a noului pixel randat, noua valoare este eliminată, pentru că ar putea fi acoperită de vechea valoare, care afișează obiectul mai aproape. Dacă valoarea nouă este mai mică și ar putea apărea astfel în fața vechii valori, vechea valoare este înlocuită cu cea nouă.

**Transparența**

Nu toate obiectele din realitate sunt opace. Dacă ar fi opace, gândiți-vă ce chin ar fi să priviți prin apărătoarea de vânt a mașinii dumneavoastră. O problemă similară este pentru sistemul de afișare să facă un obiect să pară transparent pe ecranul calculatorului.

În acest caz, trebuie să urmărească nu numai mai multe niveluri de obiecte, ci și efectele unuia asupra celuilalt.

Pentru a putea determina efectele create de un obiect transparent care stă în fața unui alt obiect, multe sisteme de grafică 3D folosesc un atribut de transparență pentru culori, atașat valorilor normale pentru roșu, verde și albastru. Locul de memorare a acestui atribut suplimentar este numit *canal alfa (alpha channel)*. În mod obișnuit, canalul alfa este format din 8 biți suplimentari adăugați la cei 24 de biți folosiți pentru a memora datele corespunzătoare fiecărui pixel de tip True Color, de unde rezultă un sistem de memorare pe 32 biți sau 4 octeți pentru fiecare pixel. Cele mai multe sisteme folosesc valorile mai mari pentru a codifica opacitatea mai mare, deci 255 semnifică opacitate totală, iar 0 transparență totală.

În calculul aspectului unui pixel dat, procesorul de grafică folosește valorile din canalul alfa pentru a determina culoarea rezultată printr-un proces denumit *combinare alfa (alpha blending)*. Procesorul adaugă la culoarea obiectului (elementului) din fundal o fracțiune din culoarea obiectului transparent stabilită de valoarea canalului alfa. Prin amestecul culorilor se obține aspectul pe care îl are culoarea din fundal văzută printr-un strat al obiectului transparent.

Desigur, dacă este aplicată independent, combinarea alfa nu modifică decât culoarea pixelilor. Pentru a crea o iluzie de transparență adevărată, mai aveți nevoie de ceva. Ochiul privitorului trebuie să preia și câteva indicii din forma obiectului transparent (definit de schimbarea de culoare realizată prin combinarea alfa), dar și diferența dintre culoarea din fundal, văzută cu și fără masca transparentă. Pentru a produce o imagine tridimensională atrăgătoare, programatorul trebuie să ia în calcul toți acești factori.

### Tehnica celor două buffere

Pentru a crea o animație fără discontinuități, adaptoarele de afișare 3D folosesc *tehnica celor două buffere*. Așa cum sugerează și numele, această tehnologie pune la dispoziția cipului de grafică două buffere de cadre.

*Bufferul din față (front buffer)* corespunde bufferului de afișare tradițional, fiind conectat direct la circuitele de rasterizare, care îl citesc secvențial și trimit datele video la ecran. În timpul citirii bufferului din față, cipul de grafică scrie în *bufferul din spate (back buffer)*, unde operația de randare este ascunsă și accesul nu este limitat de sincronizarea cu procesul de rasterizare. După ce cipul de grafică termină operația de scriere în buffer, are loc o comutare a funcțiilor celor două buffere – bufferul din spate devine bufferul din față, iar imaginea introdusă în el poate fi transmisă la monitor. După această comutare de funcții, cipul de grafică poate începe o nouă operație de scriere în noul buffer din spate.

Prin comutarea ciclică între cele două buffere, această tehnică permite o animație rapidă, dar limitată. De asemenea, permite obținerea acelorași performanțe ca și cipurile RAM video cu două porturi, fără a folosi cipuri de memorie specializate, care sunt foarte scumpe. În același timp, elimină orice urmă de vizualizare a procesului de desenare pe ecran.

## Semnalele

Cele mai multe discuții despre grafica pe PC au ca temă bufferul de cadre în care este memorată temporar imaginea. De fapt, după ce toți pixelii sunt aranjați în memorie exact așa cum se dorește, transmisia lor printr-un cablu până la monitor ar trebui să fie o simplă bagatelă. Nu este chiar așa. Imaginea trebuie transformată din poziția relativ statică în care se află în memoria video într-un semnal care să poată traversa o interfață

convenabilă; cablul pentru o interfață paralelă capabil să transfere date pentru aproape un milion de pixeli ar putea să fie cu ușurință mai gros decât un PC de dimensiune medie. Ca urmare, imaginea din bufferul de cadre trebuie să fie serializată pentru transmisie.

Această cerință a devenit evidentă după inventarea televiziunii. Sistemul dezvoltat de Philo T. Farnsworth (unul dintre cei creditați ca inventatori ai televiziunii) se baza pe scanarea imaginilor, operație care producea în mod natural un flux serial de date. Chiar dacă televiziunea s-a modernizat față de anii '20, când Farnsworth s-a ocupat de dezvoltarea ei (măcar tehnic), sistemul de transmisie rămâne de principiu același pentru semnalele video analogice din zilele noastre, ca și pentru conexiunile dintre PC-uri și monitoarele lor.

Imaginea normală de dimensiunea ecranului este împărțită în bucăți micuțe și este convertită într-un singur semnal serial. Ca urmare, această tehnologie convertește două dimensiuni fizice într-o dimensiune fizică și o dimensiune temporală. Un proces de serializare de acest fel respectă cerințele sistemului de transmisie și ale componentelor hardware de afișare, incluzând aici și primele dispozitive de achiziție de imagini și de afișare și, în special, tubul cinescop al televizorului.

Denumit de tehnicieni *tub catodic* (*cathode ray tube* sau CRT), acest dispozitiv a fost numit așa pentru că generează un fascicul de electroni dintr-un catod (un emițător de electroni) în scopul iluminării luminoforilor de pe ecran. Singurul flux de date al semnalului de televiziune corespunde cu un singur fascicul de electroni din interiorul tubului, iar modificările în fascicul reflectă direct modificările apărute în datele de bază. Și fluxurile unice de date respectă sistemul de transmisie folosit în televiziune; un flux de date are nevoie de un singur canal, ceea ce simplifică arhitectura transmițătoarelor și receptoarelor.

În tehnologia modernă nu mai este necesară operația de aranjare în serie a datelor referitoare la imagine (cum era situația în televiziune). De exemplu, monitoarele LCD din calculatoarele notebook nu au nevoie de baleiere sau de semnale aranjate în serie. Sistemele digitale de televiziune transferă imaginile într-o formă comprimată care seamănă foarte puțin cu imaginea originală (cel puțin până când este decodificată). Cu toate acestea, din motive de comoditate și compatibilitate, formatul serial este folosit în continuare în conexiunile dintre PC-urile desktop și monitoarele externe atașate acestora.

## Baleierea

Transformarea dimensională necesară în sistemul de televiziune se realizează cu ajutorul tehnicii de baleiere. Primele camere de televiziune trasau un fascicul de electroni pe proiecția unei imagini pe un material special care schimba caracteristicile electrice în funcție de suprafețele luminate și întunecate ale unei scene. Prin focalizarea fasciculului de electroni, camera putea detecta luminozitatea unui mic spot din scenă. De asemenea, camera putea colecta toate datele dintr-o imagine prin împărțirea scenei în puncte de dimensiunea spotului de analiză și examinarea rapidă a fiecărui punct.

Deși nu există nici o ordine naturală pentru o astfel de examinare, inventatorii televiziunii s-au inspirat dintr-un obicei uman vechi de mai multe secole – cititul. Oamenii citesc textul linie cu linie, de la stânga la dreapta. Diferiții inventatori ai televiziunii (sunt destui care pretind să li se recunoască această onoare) au respectat aceeași regulă, împărțind imaginea în linii și scanând punctele de pe fiecare linie de la stânga la dreapta. Acest proces este numit *baleiere*.

Pentru realizarea operației de baleiere într-o cameră clasică de televiziune, fasciculul de electroni este deplasat peste imagine cu ajutorul unei perechi de câmpuri magnetice.

Unul dintre câmpuri mută fasciculul pe orizontală, iar celălalt pe verticală. Pentru a permite controlul deplasării fasciculului, circuitele integrate din cameră asigură o tensiune care crește constant pe cele două perechi de bobine de deflexie. Aceste bobine sunt electromagneți, iar tensiunea crescătoare determină creșterea valorii câmpului generat de bobine și ca urmare deflexia fasciculului. După ce se termină cursa pe o linie, câmpul care controlează deplasarea orizontală a fasciculului de electroni este anulat brusc, iar fasciculul revine la marginea de start a ecranului. În mod similar, când fasciculul atinge partea de jos a ecranului, câmpul care controlează deplasarea pe verticală este anulat brusc. Rezultatul este că fasciculul de electroni urmează o traiectorie aproximativ în zig-zag din partea de sus în partea de jos a ecranului.

Principala diferență dintre cele două deplasări este că pentru fiecare cursă verticală sunt efectuate câteva sute de curse orizontale. Ritmul cu care se succed cursele orizontale se numește *frecvență pe orizontală* sau frecvența de linii a sistemului grafic. În mod similar, ritmul cu care se succed cursele verticale efectuate se numește *frecvență pe verticală* sau frecvența de cadre a sistemului, pentru că de fiecare dată când fasciculul explorează tot ecranul este creat un cadru pentru o imagine completă.

Receptorul televizorului baleiază interiorul tubului cinescop exact în aceeași manieră. De fapt, fasciculul de electroni este sincronizat precis cu cel al camerei. Prin baleierea linie cu linie, de la stânga la dreapta, sistemul realizează cu precizie conversia dimensională necesară.

Și circuitele video ale PC-ului dumneavoastră trebuie să efectueze o conversie similară. Singura diferență este că imaginea este înregistrată în memorie, într-un tablou logic bidimensional și nu într-un tablou fizic bidimensional pe tubul camerei (denumit în ultima vreme CCD[1]). Procesul care se desfășoară în sistemul de circuite video al calculatorului este elegant prin simplitate. Adresele din harta de memorie sunt citite secvențial, linie cu linie. Sistemul conține un circuit electronic special, denumit *controller video*, care scanează adresele de memorie, citește valorile de la fiecare adresă și transmite datele pe cablu într-un singur flux serial.

## Semnalele de sincronizare

Cea mai mare problemă care poate apărea în operația de scanare a memoriei pentru producerea unui semnal video este obținerea unei sincronizări perfecte. Datorită conversiei dimensionale, sincronizarea determină locația fiecărui punct pe ecran. Dacă nu există o sincronizare bună, locațiile punctelor nu vor corespunde cu realitatea, iar imaginea nu va arăta așa cum ar trebui.

Pentru a garanta refacerea corectă a unei imagini memorate în bufferul de cadre al PC-ului, frecvențele orizontală și verticală de scanare a bufferului de cadre trebuie să corespundă exact cu cele ale monitorului. Pentru ca aceste frecvențe să fie compatibile, PC-ul dumneavoastră și toate sistemele video împachetează împreună cu datele eșantioane din frecvențele critice.

Aceste eșantioane de frecvențe se numesc *semnale de sincronizare*. Ele au forma unor impulsuri scurte și clare pe care circuitele din monitorul dumneavoastră le convertesc în semnale de baleiere. Controllerul video din PC generează aceste impulsuri în timpul scanării memoriei, trimițând un tip de impuls (semnalul de sincronizare pe orizontală)

1 CCD – acronim pentru charge-coupled device (dispozitiv cu cuplaj de sarcină). Dispozitiv la care sunt conectate componente semiconductoare astfel încât sarcina electrică de la ieșirea uneia constituie intrarea următoarei. (n. trad.)

înainte de fiecare linie din imagine și pe celălalt (semnalul de sincronizare pe verticală) înainte de începerea fiecărui cadru de imagine. Monitorul folosește impulsurile primite pentru a declanșa baleierea fiecărei linii în parte și, respectiv, pentru a readuce fasciculul în colțul de start în vederea începerii baleierii pentru următorul cadru.

Controllerul video nu lucrează la orice frecvență. Sunt folosite frecvențe standard, care depind de dimensiunea imaginii – adică de înălțime și lățime, dar și de rata de cadre. Monitorul este reglat astfel încât să poată opera la aceste frecvențe și folosește semnalele de sincronizare numai pentru a obține o corespondență perfectă.

Sistemele de difuzare a semnalelor TV și sistemele video printr-un singur cablu combină semnalele de sincronizare cu semnalul de date. Totuși, în studiourile de producție și la conexiunea dintre PC și monitor, limita de un singur cablu poate fi depășită. Aceste sisteme dau semnalelor de sincronizare conexiuni proprii, dedicate. De fapt, există patru metode de combinare sau de despărțire a datelor video și a semnalelor de sincronizare. Acestea sunt:

- **Sistemul video complex**, care reprezintă metoda de combinare a tuturor semnalelor de date video cu cele două semnale de sincronizare într-un singur pachet pentru sistemele de transmisie pe un singur cablu sau printr-un singur canal.
- **Sistemul sincronizat complex**, care combină semnalele de sincronizare orizontal și vertical și le pune pe un singur cablu. Datele despre imagine sunt transmise pe un alt cablu, separat de primul.
- **Sistemul sincronizat separat**, în care există cabluri și conexiuni separate pentru datele imaginii și semnalele de sincronizare pe orizontală și verticală.
- **Sistemul cu sincronizare pe verde**, care combină semnalele de sincronizare pe orizontală și verticală și apoi le combină cu datele de pe canalul pentru verde.

În oricare dintre aceste patru sisteme, coordonarea relativă a semnalelor de sincronizare și a semnalelor de date este aceeași. Principala diferență este în sistemul de cablare. Pentru un sistem video complex este nevoie de un singur fir. În celelalte sisteme se folosesc trei fire pentru date (câte unul pentru fiecare culoare primară). Sistemul cu sincronizare pe verde are nevoie de numai trei conexiuni, sistemul sincronizat complex are nevoie de patru (trei culori, un semnal de sincronizare), iar în sistemele sincronizate separate se folosesc cinci (trei culori, două semnale de sincronizare). Sistemul video standard existent în majoritatea PC-urilor folosește metoda de sincronizare complexă – cablul de semnale al monitorului are patru conexiuni separate pentru datele imaginii și semnalele de sincronizare.

## Cursa inversă

Datele corespunzătoare punctelor de pe ecran nu încarcă semnalul video complet. Acest fenomen se datorează componentelor fizice care au stat la baza primelor sisteme de televiziune. Pentru a realiza imaginea pe care o vedeți pe ecran, fasciculul de electroni din tubul cinescop al unui televizor clasic trasează o linie aproape orizontală dintr-o margine în alta a ecranului și apoi, instantaneu, revine în marginea ecranului de unde a început baleiajul, însă ceva mai jos față de linia deja trasată. Această revenire rapidă este denumită *cursă inversă pe orizontală (horizontal retrace)* și, cu toate că este realizată foarte repede, nu poate fi instantanee datorită inerției inerente în circuitele electrice. Ca urmare a acestei reveniri, și fluxul omogen de octeți trebuie întrerupt pentru scurt timp la sfârșitul fiecărei linii afișate (în caz contrar, informația video ar putea fi pierdută în

timpul cursei inverse). Când aranjează datele din imagine în format serial, controllerul video trebuie să ia în calcul fiecare cursă inversă.

Pe lângă acest fenomen, în momentul în care fasciculul de electroni atinge marginea de jos a ecranului (când termină afișarea unei imagini care ocupă tot ecranul), trebuie să aibă loc o altă deplasare a fasciculului: *cursa inversă pe verticală (vertical retrace)*. Fasciculul trebuie să revină cât mai repede posibil în punctul de plecare, iar controllerul video trebuie să oprească transmiterea fluxului de date în perioada în care are loc această cursă.

## Stingerea spotului

Dacă fasciculul de electroni transmis de tunul din tub este activ în timpul cursei inverse, poate desena o linie luminoasă pe diagonala ecranului pe traiectoria de revenire la punctul de start. Pentru a preveni apariția acestei linii perturbatoare, în timpul curselor inverse fasciculul este suprimat forțat, iar după ce ajunge la capătul cursei, este întârziat cu un mic interval pentru a avea timp să se stabilizeze. Intervalul în care fasciculul este suprimat și nu poate fi activat în nici un fel prin program se numește *stingerea spotului (blanking)*, deoarece în această mică perioadă fasciculul de electroni nu poate desena nimic pe ecran.

Semnalul clasic de televiziune combină inteligent sincronizarea, cursa inversă și stingerea spotului. Semnalul de sincronizare pe orizontală este un impuls puternic cu polaritate opusă semnalelor de date ale imaginii care durează pe perioada cursei inverse. Valoarea negativă a semnalului stinge efectiv fasciculul de electroni, iar frecvența semnalului sincronizează imaginea.

## Pauzele anterioare și ulterioare

Cele mai multe monitoare de calculatoare nu afișează datele video pe tot ecranul. Ele afișează (sau încearcă să afișeze) imaginea în centrul ecranului și lasă în jurul ei niște chenare întunecate pentru a minimiza distorsiunile de imagine care apar în apropierea marginilor ecranului. Pentru a produce aceste suprafețe întunecate, protejate, fasciculul de electroni este păstrat la un nivel care produce pentru foarte scurt timp o imagine neagră înainte și după afișarea datelor de pe fiecare linie a imaginii. Intervalul scurt anterior începerii afișării datelor unei linii se numește *pauză anterioară (front porch)* a semnalului. Intervalul care urmează după afișarea datelor, dar este anterior semnalului de sincronizare, se numește *pauză ulterioară (back porch)*. Dacă ați analiza semnalul, ați observa că are o coborâre în timpul stingerii spotului și apoi se ridică la o valoare intermediară (denumită de profesioniști *nivel de negru*) pentru a crea pauzele dintre stingere și datele utile. Dacă aveți puțină imaginație, semnalele nivelului de negru arată ca niște rafturi – sau portaluri.

Sistemele de televiziune și sistemele video complexe plasează în pauza ulterioară rafale de culori, care ajută la decodificarea culorii din semnal.

Deși pentru ecranele LCD nu se pune problema cursei inverse (sau a baleierii ecranului), pentru compatibilitate cu semnalele video folosite de PC-uri, ele trebuie să accepte componentele de sincronizare din semnal care nu conțin date (incluzând cursa inversă și stingerea spotului).

## Intervalul vertical

Perioada în care ecranul este înnegrit în timpul cursei inverse verticale este numită, logic, *interval vertical*. Acest interval își manifestă fizic prezența prin bara orizontală neagră și lată vizibilă între cadrele de imagini în timpul derulării imaginilor pe ecranul

televizorului sau pe monitorul calculatorului și poate fi ajustat printr-un buton de reglaj pe verticală. Această bară neagră mai lată corespunde cu perioada în care semnalul nu transportă informații video.

Intervalul vertical este o moștenire a primelor tipuri de televizoare, în care tuburile electronice cu vid aveau nevoie de timp pentru a se „reface" între câmpuri și cadre. Acest interval permitea tensiunilor din setul de circuite al televizorului să ajungă la nivelurile corespunzătoare pentru a începe baleiajul următorului câmp. Componentele electronice moderne – cum ar fi cele din televizoarele produse în ultimii treizeci de ani – nu au nevoie de durate atât de lungi pentru intervalul vertical. Ca urmare, companiile de televiziune folosesc acest timp pentru a transmite alte informații suplimentare. Astfel, posturile de televiziune adaugă un *semnal de test pentru intervalul vertical* (*Vertical Interval Test Semnal* sau VITS), care permite monitorizarea modului de operare al emițătoarelor și echipamentelor asociate. De asemenea, în intervalul vertical sunt codificate textele pentru sistemul închis de titrare, precum și diferite alte tipuri de date.

Dacă aveți un televizor mai vechi, la care există butonul de reglaj pe verticală („Vertical Hold"), puteți vizualiza aceste date pe ecran. Reglați ușor butonul astfel încât să puteți vedea pe ecran bara neagră și lată a intervalului vertical și veți observa că nu este întotdeauna complet neagră. Liniile orizontale întrerupte care se disting în cadrul intervalului vertical sunt generate de datele codificate în această perioadă.

Deși calculatoarele nu introduc date în intervalele verticale ale semnalelor pentru monitoare, există dispozitive hardware brevetate care pot capta datele din semnalele difuzate de posturile TV și le pot introduce în PC-ul dumneavoastră.

# Integrarea video

Componenta video a devenit o parte intrinsecă atât pentru ceea ce fac PC-urile, cât și pentru ceea ce așteptați dumneavoastră de la ele. În prezent, PC-urile sunt folosite în mod regulat pentru producerea de filme video, inclusiv cele pentru prezentare la televiziune, chiar și în rețelele de distribuție. La celălalt capăt al canalului, PC-urile afișează imagini video – fie de la televiziune folosind un adaptor TV, fie de la o unitate DVD[1]. Imaginile video intră inevitabil în conflict cu sistemul de afișare al PC-ului, iar prelucrarea lor poate fi o problemă.

Puteți să convertiți semnalul de ieșire din PC-ul dumneavoastră într-o imagine video convențională potrivită videocasetofoanelor sau monitoarelor video folosind un adaptor specializat. Transformarea VGA-video este simplă și ieftină deoarece sistemul VGA provine din standardele americane comerciale de televiziune. Combinarea semnalelor video cu imaginile realizate de calculator pe displayul PC-ului este mult mai dificilă pentru că sistemele moderne de afișare pentru PC, care au rezoluție ridicată, au foarte puțin în comun cu imaginile video obișnuite. Transformarea imaginilor video pentru a deveni compatibile cu semnalele din sistemul video al PC-ului presupune mai multă putere de prelucrare decât este disponibilă în mod obișnuit. Ca urmare, unii producători aplică o tehnică denumită *suprapunere video (video overlay)*.

Pe de altă parte, atunci când doriți să lucrați cu o imagine video pe PC – fie sub formă de imagine grafică, fie ca secvență video dinamică – trebuie să preluați într-un fel semnalele în PC. Această tehnologie este numită *capturare video (video capture)*.

1 DVD – acronim pentru Digital Video Disc (disc video digital). Este una dintre cele mai noi tehnologii de stocare pe discuri optice, permițând înregistrarea de date video, audio și de calculator. (n. trad.)

## Standarde

Dacă ne referim la imagini, se poate spune că cel mai utilizat standard vă stă efectiv în fața ochilor câteva ore în fiecare zi. Ochiul neclipitor al televizorului definește cel mai folosit sistem de comunicare prin intermediul imaginilor din întreaga lume. Luând în considerare momentul în care au fost create standardele de bază pentru televiziune, longevitatea lor este absolut uimitoare, în special dacă este comparată cu durata foarte scurtă a standardelor pentru PC-uri; semnalul fundamental folosit în televiziune a fost definit acum cincizeci de ani. Doar în ultima perioadă au apărut în acest domeniu tehnologii noi, cum ar fi televiziunea digitală și televiziunea cu înaltă definiție.

Monitoarele obișnuite pentru PC-uri și plăcile video nu lucrează cu aceleași formate de imagine și semnale ca televizoarele și videocasetofoanele. Desigur, televiziunea a apărut prima și până nu demult nici nu se discuta de lucruri cum ar fi imaginile bitmap. Principala problemă a televiziunii a fost transmisia, și nu stocarea datelor – adică transferul semnalelor în timp real. De fapt, în primii ani de televiziune singura metodă de a reține imagini era fotografierea acestora.

Principala legătură cu semnalele de televiziune a fost transferul acestora dintr-un loc în altul la cele mai mici costuri posibile în echipament, prelucrare de semnal și lățime de bandă. Calitatea imaginilor afișate de monitorul PC-ului dumneavoastră depășește cu mult calitatea imaginilor oferite de televizorul obișnuit. Nu aveți nici un motiv să reveniți acum la calitatea imaginilor de televiziune, pentru că cele două sisteme urmează să fie combinate într-un dispozitiv la care visează atât proiectanții calculatoarelor, cât și cei ai televizoarelor. S-ar putea, prevăd ei, ca televizorul și calculatorul să intre într-o singură carcasă – incluzând probabil și sistemele stereo, de jocuri, de supraveghere, precum și pe cele de control mental.

Această alianță este ceea ce se dorește a fi multimedia. Multimedia combină televizorul și PC-ul pentru a obține un sistem care sperăm să nu poarte un nume prea greu de pronunțat. Eventual se va ajunge la situația în care calculatorul dumneavoastră va realiza și va controla imaginile pe care le vedeți acum pe ecranul televizorului. În prezent, acele imagini respectă standarde proprii, care nu seamănă cu nimic din lumea calculatoarelor.

Să ne ocupăm puțin de termeni. În limba latină, „video“ înseamnă „văd“. Cuvântul „televiziune“ este un amestec derivat din termenul grecesc „tele“ (la distanță) și termenul latin „visio“ (viziune). Televiziunea reprezintă vizualizarea unor imagini difuzate sau transmise de la distanță. Video este mult mai apropiat și mai personal.

Dacă însă se discută despre „video“ în domeniul PC-urilor, se face referire la un semnal electric ce codifică o imagine în format raster, de unde și expresia „placă video“. Când oamenii obișnuiți cu televiziunea discută despre video, ei se referă la o formă particulară a acestui semnal, o formă cu caracteristici bine definite pe care le vom analiza pe scurt. Un semnal de televiziune de la distanță preia semnalul video și modulează cu el o undă purtătoare (corespunzătoare canalului de televiziune). Semnalele video variază în frecvență de la zero la șase megaherți. Semnalele de televiziune sunt emise începând cu 60 MHz și pot ajunge până aproape de 600 MHz. Televizoarele captează semnalele de televiziune, recepționându-le prin intrările pentru antene. Semnalele video sunt afișate de monitoare.

Deși în prezent în Statele Unite și în Japonia există un standard care domină semnalele video, în lume sunt folosite și alte standarde. În plus, în produsele video de înaltă calitate s-a făcut remarcat un alt standard, denumit S-video.

## NTSC

Cel mai răspândit sistem video în America de Nord și Japonia este cel promovat de NTSC (*National Television Standards Committee)*, care este o organizație industrială formată la începutul anilor '50 și care a avut ca scop principal crearea unui singur standard de semnal pentru televiziunea color. La momentul respectiv, CBS realiza de peste un an difuzarea emisiunilor printr-un sistem color electro-mecanic, sistem care se baza pe învârtirea unei rotițe color în fața camerei și a unei rotițe corespondente în fața monitorului. RCA, proprietarul companiei rivale NBC, a propus un alt sistem, complet electronic. Față de sistemul CBS, sistemul RCA avea avantajul că era compatibil cu televizoarele alb-negru. NTSC a fost formată în principal pentru a aproba sistemul RCA, dar pe baza unei analize obiective, imparțiale.

Sistemul RCA a reprezentat prototipul pentru toate sistemele de televiziune color din zilele noastre. Fiecare pixel era baleiat în fiecare dintre cele trei culori primare. Deși echipamentele de studio puteau trata cele trei culori separat, la fel ca semnalele RGB din PC-uri, pentru difuzare acestea erau combinate cu semnalele de sincronizare pentru crearea semnalelor video NTSC.

Secretul consta în procesul de combinare. Pentru cele trei variabile independente – cele trei culori – trebuiau să existe trei semnale separate, dar care nu erau obligatoriu cele trei semnale originale. Prin transformarea matematică a celor trei semnale a fost descoperită o metodă inteligentă de grupare a lor într-un singur semnal.

Prima operație era transformarea spațiului de culori. Pentru a păstra compatibilitatea cu sistemele monocrome, în această operație au fost combinate toate cele trei semnale. Se obținea un semnal denumit *luminanță*, care codifica toate informațiile de strălucire (luminozitate) din imaginea televizată. Semnalul luminanță era în principal un semnal monocrom și producea o imagine compatibilă total cu televizoarele alb-negru. Uzual, numele semnalului luminanță este abreviat *Y*.

Celelalte două semnale folosite codificau informații de diferență – diferența dintre luminanță și semnalul roșu și diferența dintre luminanță și semnalul albastru – care permiteau reconstrucția semnalelor roșu și albastru originale. Dacă se scade valoarea semnalelor roșu și albastru din valoarea semnalului luminanță, se obține valoarea semnalului verde. Această metodă de codificare a culorilor garantează compatibilitatea cu sistemele monocrome. În sistemul NTSC, semnalele de diferență sunt numite *I* și *Q*.

Următoarea operație efectuată de sistemul NTSC era combinarea celor două semnale de diferență într-un singur semnal care putea transmite toate informațiile referitoare la culori, semnal care a fost denumit *crominanță* (prescurtat *C*). Pentru a combina cele două semnale în unul singur, proiectanții au folosit modularea în cvadratură. În urma acestei operații, culorile au fost codificate în semnalul crominanță (reprezentat printr-un unghi de fază).

Semnalele de luminanță și crominanță furnizau împreună un ghid către o hartă de culori, o diagramă în coordonate polare. Crominanța codifica unghiul dintre culoare și axa x a diagramei, iar luminanța indica distanța de la origine la culoare.

Pentru ca semnalul de crominanță să poată fi transmis o dată cu luminanța, proiectanții au recurs la plasarea crominanței pe o undă subpurtătoare. Aceasta presupunea modularea unei unde purtătoare cu semnalul de crominanță și adăugarea semnalului rezultat la semnalul de luminanță. Deși subpurtătoarea trebuia să aibă o lățime de bandă mai mică decât canalul principal al luminanței, procedeul era eficient deoarece ochiul uman este mai puțin sensibil la diferențele de culoare decât la diferențele de luminozitate.

Pentru frecvența subpurtătoarei color, în sistemul NTSC a fost aleasă frecvența de 3,58 MHz. Astfel, semnalul de crominanță a devenit un semnal modulat în amplitudine centrat la valoarea de 3,58 MHz. Pentru evitarea interferenței cu semnalul de luminanță, după procesul de modulare sistemul NTSC elimină purtătoarea și benzile laterale inferioare ale semnalului de crominanță.

Sistemul NTSC are două neajunsuri. Semnalul de luminanță trebuie să fie tăiat înainte de a atinge frecvența de 3,58 MHz pentru a evita interferența cu subpurtătoarea. Acest prag de frecvență limitează cele mai mari frecvențe posibile din semnalul de luminanță, ceea ce conduce la reducerea clarității imaginii față de valoarea care s-ar fi putut obține prin utilizarea lățimii complete de bandă a canalului (4,5 MHz pentru semnalul video). Crominanța conține și mai puține detalii.

Frecvența de cadre fundamentală a semnalului video este aproximativ 29,97 pe secundă. Deoarece fiecare cadru este format din două câmpuri întrețesute, frecvența câmpului este de 59,94 Hz. Fiecare cadru este format din 525 de linii, din care aproximativ 480 sunt vizibile, iar restul sunt rezervate pentru cursa inversă verticală. În cazul ideal, o imagine de studio ar putea să conțină cam 640 de pixeli pe o linie. Imaginile formate de televizoarele alb-negru pot atinge această claritate. Însă lățimea de bandă de 3,58 MHz impusă de procesul color NTSC restrânge lățimea de bandă a semnalului de luminanță la 400-450 de pixeli pe orizontală. Deși nu este foarte important, putem aminti că un videocasetofon de calitate bună poate memora imagini având rezoluția la jumătatea acesteia.

## S-Video

Restricțiile sistemului color NTSC apar în special datorită cerinței de compatibilitate. Semnalul color trebuie să folosească exact aceeași lățime de bandă ca semnalul alb-negru. De fapt, sistemul NTSC micșorează puțin rezoluția alb-negru pentru a face loc informației de culoare.

Semnalele video care nu trebuie să călătorească prin eter nu suferă umilințele impuse de standardul de difuzare NTSC. Semnalele de studio au întotdeauna standarde superioare de difuzare; semnalele RGB de studio folosesc întreaga lățime de bandă și oferă imagini de rezoluție ridicată (640 de pixeli) pentru fiecare dintre cele trei culori. Pentru a obține o calitate mai bună de vizualizare, proiectanții videocasetofonului cu înregistrare au propus o metodă care crește calitatea semnalelor color prin evitarea sistemului NTSC.

Limitarea calității vizuale în procesul NTSC se datorează în principal „înghesuirii" semnalului color pe unda subpurtătoare. Această limitare a lățimii de bandă poate fi depășită lăsând separate cele două componente ale semnalului video, adică semnalele de luminanță și de culoare. Noul sistem video obținut a fost numit *S-video*, adică prescurtarea de la *separate video (sistem video separat)*. Videocasetofoanele cu înregistrare, camerele video și monitoarele din ultima generație folosesc frecvent semnale S-video.

În afară de faptul că nu modulează crominanța pe o undă subpurtătoare, metoda de codificare a culorii folosită de S-Video este identică cu cea aplicată în sistemul NTSC. Cele trei semnale color RGB sunt combinate în semnalele de luminanță și crominanță pe baza acelorași formule. Deși semnalele nu pot fi schimbate unele cu altele, componentele interne ale monitoarelor S-Video nu trebuie să fie diferite radical de cele ale monitoarelor NTSC. În cele mai multe cazuri, nu se observă o diferență foarte mare în nivelul de calitate al imaginii. Sistemele S-video pot avea pe orizontală rezoluții de două ori mai mari decât cele obișnuite pentru semnalele video complexe.

Rețineți că informația dintr-un semnal codificat NTSC nu poate fi refăcută. Nu există nici un motiv pentru decodificarea unui semnal de televiziune în format S-Video. Singurul

caz în care S-Video poate fi de ajutor este când aveți o sursă de semnale care nu a fost niciodată codificată NTSC.

## Standarde internaționale

În Statele Unite au fost testate primele sisteme de televiziune color, iar restul statelor lumii au învățat din greșelile americanilor. Sistemul NTSC este folosit doar în America de Nord și în Japonia. În restul lumii, lucrurile sunt puțin schimbate. În majoritatea țărilor este folosit un sistem color denumit PAL. Franța și majoritatea statelor din fosta Uniune Sovietică, cum sunt Rusia și Ucraina, folosesc un sistem denumit SECAM.

### PAL

Având avantajul de a nu fi creat primul sistem de televiziune și de a fi înțeles mai bine fenomenul, proiectanții care au realizat standardul PAL au schimbat puțin unul dintre semnalele folosite de sistemul de televiziune color deja existent. Inversând faza unuia dintre semnalele de crominanță (*R-Y*) după fiecare linie de baleiere, ei au putut să obțină culorile într-o imagine mult mai stabilă. Orice distorsiune de fază apărută în timpul difuzării unui astfel de semnal poate fi eliminată prin aplicarea în receptorul televizorului a unei linii simple de întârziere. Această schimbare de fază a dat și numele sistemului – PAL provine de la *Phase Alternating by Line (fază alternantă pe linie)*.

Această schimbare de fază nu poate obține singură o rezoluție mai mare. Când au creat sistemul PAL, proiectanții au modificat anumiți parametri pentru a obține o imagine mai bună. În majoritatea statelor care au adoptat sistemul PAL frecvența rețelei electrice are valoarea de 50 Hz (față de 60 Hz în America de Nord). Ca urmare, proiectanții sistemului PAL au ales pentru frecvența câmpului valoarea de 50 Hz (obținând astfel o frecvență de cadre de 25 Hz). Această modificare a permis ca în sistemul PAL să poată fi desenate pe ecran mai multe linii, și anume 625. Pentru a îmbunătăți rezoluția pe orizontală, majoritatea sistemelor PAL folosesc o frecvență de subpurtătoare de 4,43 MHz, permițând astfel o lățime de bandă mai mare pentru semnalele de luminanță și crominanță.

### SECAM

În anul 1959, în Franța a fost realizat un sistem denumit *Sequence Couleur a Memoire* (culoare transmisă secvențial cu memorie), cunoscut mai ales în forma prescurtată, SECAM. Sistemul SECAM nu folosește o undă subpurtătoare modulată în cuadratură pentru semnalul color, ci două unde subpurtătoare modulate în frecvență, câte una pentru fiecare semnal de crominanță. Componenta de luminanță a semnalului SECAM este aceeași ca în sistemul PAL și folosește aceleași valori pentru frecvența de cadre și numărul de linii. În Tabelul 16.4 sunt prezentate pe scurt caracteristicile principalelor standarde de televiziune folosite în prezent în lume.

**Tabelul 16.4** Standarde internaționale de televiziune

| *Nume* | *Frecvența de câmp* | *Frecvența de cadre* | *Linii pe cadru* | *Tipul de subpurtătoare* | *Frecvența subpurtătoarei* | *Offset-ul purtătoarei audio* | *Lățimea canalului* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Unitate de măsură | Hz | Hz | Nu are | Nu are | MHz | MHz | MHz |
| NTSC | 59,94 | 29,97 | 525 | AM | 3,58 | 4,5 | 6 |
| PAL | 50 | 25 | 625 | AM | 4,43 | 6 | 8 |

*continuare*

**Tabelul 16.4** Continuare

| *Nume* | *Frecvența de câmp* | *Frecvența de cadre* | *Linii pe cadru* | *Tipul de sub-purtătoare* | *Frecvența sub-purtătoarei* | *Offset-ul purtătoarei audio* | *Lățimea canalu-lui* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PAL-M | 59,94 | 29,97 | 525 | AM | 4,43 | 6 | 8 |
| PAL-N | 50 | 25 | 625 | AM | 3,58 | 4,5 | 6 |
| SECAM | 50 | 25 | 625 | FM | 4,43 | 6 | 8 |

Semnalele celor trei sisteme color sunt reciproc incompatibile. De fapt, numărul diferit de pixeli este suficient pentru a garanta că imaginile create pentru sistemele europene nu pot fi vizualizate în sistemul NTSC. Chiar și casetele video trebuie să fie convertite pentru a trece informațiile de pe ele dintr-un standard în altul, proces în care se folosește un dispozitiv denumit *convertor de standarde*.

Cât timp folosiți un singur standard, nu ar trebui să întâmpinați probleme. În orice caz, există foarte multe accesorii video pentru PC-uri care acceptă specificațiile NTSC, PAL și SECAM. Când cumpărați un aparat, verificați dacă respectă standardul monitorului – și dacă este compatibil cu sistemul video pe care intenționați să îl folosiți.

## Suprapunerea video

Una dintre cele mai importante funcții ale sistemului video este prelucrarea necesară pentru combinarea unor informații grafice provenite din mai multe surse (de exemplu, atunci când trebuie să afișați o imagine video pe un ecran alături de mai multe alte ferestre). Deși combinarea acestor date grafice nu reprezintă nici o problemă pentru un accelerator de grafică, operația poate dura foarte mult – consumă atât de mult timp încât face imposibilă afișarea de imagini video în timp real, chiar folosind ultimele modele de cipuri de grafică. Pentru a obține performanțe corespunzătoare în cazul utilizării unor acceleratoare de grafică din generațiile mai vechi, proiectanții de componente hardware au folosit o altă strategie de combinare a datelor video cu alte informații grafice din PC. Ei au renunțat să prelucreze fluxurile de date prin programe software și au ales pentru combinarea diferitelor semnale de imagine o soluție hardware.

Singura problemă de proiectare cu care s-au confruntat specialiștii a fost modul în care componenta hardware află locul unde trebuie plasată imaginea video. Practic, nu puteau recurge la suprascrierea întregului ecran (dacă ar fi procedat astfel, operația de combinare a imaginilor nu ar mai fi fost necesară), dar nici nu puteau scrie pe ecran la întâmplare, deoarece exista riscul de a ascunde informații importante.

Pentru obținerea informației necesare (locul de dispunere a imaginii video), proiectanții au apelat la o tehnologie mai veche folosită în televiziune, denumită *codificare cromatică (chroma keying)*. Acest proces se desfășoară prin substituirea unei imagini cu o parte cheie din altă imagine. În mod normal, cheia putea fi identificată după culoare sau cromie, iar culoarea aleasă a fost albastru. Această culoare este preferată pentru că din punct de vedere optic este opusul nuanțelor obișnuite pe care le au fețele oamenilor ce aparțin tipului caucazian și de aceea oferă cel mai mic risc de a șterge de pe ecran porțiuni din reprezentarea unei persoane.

În lumea calculatoarelor personale, acest proces se numește *tehnologie de suprapunere (overlay technology)*. În mod obișnuit, tehnica folosește o placă video suplimentară care

are rolul de a intercepta semnalele transmise către monitor de placa video principală. Pentru a afișa pe ecran o fereastră goală în locul în care va apărea imaginea video, programul software care controlează placa de suprapunere poate folosi și instrucțiuni Windows standard. După această operație, placa de suprapunere poate codifica imaginea video în fereastră. Astfel, nici programul software de grafică și nici chiar microprocesorul din PC nu mai sunt nevoite să prelucreze datele video. De fapt, datele video nici nu mai ajung pe magistrala de extensie. Ele sunt complet izolate pe placa de suprapunere. Această placă vă oferă posibilitatea de a afișa pe ecran secvențe video dinamice fără a influența efectiv performanțele PC-ului dumneavoastră.

## Capturarea video

Preluarea de pe ecran a unor imagini video care să poată fi folosite de programele dumneavoastră – *capturarea video* – presupune existența unor componente hardware ce combină funcțiile unei plăci video obișnuite cu cele ale unei camere video digitale. Deoarece imaginile video obișnuite sunt semnale analogice, pentru a le aduce într-o formă ce poate fi folosită de PC este nevoie și de un *convertor analogic-digital* sau convertor A-D.

Funcționarea convertorului analogic-digital se bazează pe eșantionarea nivelului de tensiune electrică a semnalului video pentru fiecare poziție de pixel din imaginea video și atribuirea unei valori digitale acestuia. În cele mai multe sisteme, prima etapă o constituie decodificarea semnalului în formatul RGB standard al calculatorului în scopul determinării intensității culorilor individuale înainte de eșantionare. În mod obișnuit, imaginea este memorată într-un buffer și este eșantionată din buffer și nu din semnalul video în timp real. Bufferul face legătura între diferitele sincronizări și formate ale semnalului video și forma digitală la care se dorește să se ajungă.

Cele mai multe dintre sistemele de capturare video pentru PC-uri nu pot realiza conversia în format digital a unui flux de secvențe video dinamice care au rezoluție maximă. Eșantionarea în timp real depășește capacitatea PC-urilor (chiar dacă se iau în calcul doar ratele de transfer implicate). Pentru a converti o imagine video NTSC completă în date RGB pe 24 de biți în timp real ar fi nevoie de o rată de transfer al datelor de cel puțin 36 megabiți pe secundă, valoare mult peste posibilitățile celor mai evoluate interfețe de disc. Sistemele de capturare video reduc rezoluția sau rata de cadre a semnalului video astfel încât datele obținute să poată fi prelucrate de PC-ul dumneavoastră. Puteți obține astfel o imagine mai mică având o rată de cadre rezonabilă sau o imagine statică cu dimensiunea normală. A doua tehnologie stă la baza *prinzătorului de cadre video (video frame grabber)*, care vă permite capturarea de cadre video individuale sub formă de imagini statice.

Prinzătoarele de cadre video folosite în practică sunt de obicei mici module externe care se leagă la un port paralel al PC-ului dumneavoastră. Introduceți semnalul video în prinzătorul de cadre și urmăriți imaginea pe un monitor extern, și nu pe sistemul de afișare al PC-ului. Când vedeți pe ecran cadrul pe care doriți să îl preluați, acționați prinzătorul de cadre pentru a-l captura. Acesta memorează imaginea în bufferul propriu și o transferă în PC cu o viteză acceptată de portul paralel.

Există multe plăci de suprapunere care vă permit capturarea semnalelor video pe care le afișează. În plus, ele nu au nevoie de un monitor video extern pentru că afișează imaginea video suprapusă pe ecranul monitorului atașat PC-ului dumneavoastră. Datorită conectării lor la magistrală, aceste plăci pot culege imagini în mișcare, dar cu o rezoluție și o rată a cadrelor reduse.

Sistemele de capturare video de nivel profesional folosesc comprimarea imaginilor pentru a prelucra secvențe video dinamice, de dimensiunea ecranului. Componentele hardware reduc cantitatea de date cerută de semnalul video la o rată compatibilă cu posibilitățile de lucru ale PC-ului. Rețineți că această comprimare trebuie să fie efectuată într-un set de circuite hardware speciale deoarece este nevoie de o putere extinsă de prelucrare. În afară de acest aspect, imaginea trebuie să fie comprimată înainte de a ajunge în PC-ul dumneavoastră, pentru că o imagine video necomprimată va bloca foarte repede magistrala de extensie.

## Comprimarea imaginii

Sistemul video al calculatorului dă speranțe mari producătorilor de sisteme de memorie și de stocare masivă de date. Aceștia știu că trecerea la prelucrarea imaginilor video reale în PC-uri le-a asigurat cea mai mare creștere a domeniilor de profil. Nu există altceva care să consume memorie și spațiu de stocare mai repede decât secvențele video dinamice colorate complet. Câteva calcule matematice sunt suficiente pentru a face orice producător să înnebunească. O imagine video colorată complet, care are nevoie de câte 3 octeți pentru fiecare pixel, la o rezoluție de 640x480, are nevoie de aproape 1 MB de date digitale pentru fiecare cadru. La frecvența de 30 de cadre pe secundă folosită în Statele Unite și în majoritatea statelor din emisfera vestică (sau chiar la frecvența de 25 de cadre pe secundă, care reprezintă standardul pentru Europa și pentru celelalte state), un producător de imagini video ar putea folosi lejer până la 1 GB din spațiul de pe hard-disc pentru a înregistra mai puțin de un minut de informație video digitală necomprimată.

Desigur, și memoria și dispozitivele de stocare masivă a datelor depind doar de suportul financiar. O problemă reală apare în momentul în care lucrați on-line și încercați să transferați informații video printr-o conexiune obișnuită (printr-un modem). Problema este critică atunci când scrieți clipuri video pe CD-uri, dar devine și mai supărătoare în cazul în care încercați să realizați o legătură multimedia printr-un modem. Imaginile video obișnuite sunt pur și simplu prea voluminoase pentru a putea fi prelucrate normal de PC-ul dumneavoastră.

Cheia care permite ca imaginile și secvențele video să devină cu adevărat transportabile, și care vă permite scrierea informațiilor video pe CD-uri obișnuite, ca și pe ultimele modele de DVD-uri de mare capacitate, este tehnica de *comprimare a imaginii*. La fel ca în cazul comprimării datelor, comprimarea imaginii reduce dimensiunea fișierelor prin eliminarea informațiilor inutile sau redundante. Însă comprimarea imaginii merge și mai departe. Având ca obiectiv obținerea unor fișiere cât mai mici, această tehnică elimină chiar și unele informații; cu alte cuvinte, prin comprimare, imaginea pierde și din calitate. Cele mai cunoscute sisteme de comprimare a imaginilor sunt acceptabile din două puncte de vedere: elimină doar informațiile indicate de studiile psihovizuale ca fiind cel mai puțin clare și permit ajustarea cantității de date eliminate pentru a obține un compromis între dimensiune și calitate care să permită imaginii să arate bine în ochii dumneavoastră.

*Comprimarea video* avansează cu un pas și analizează aspectele schimbătoare ale unei serii de imagini pentru a găsi cea mai bună metodă de reducere a cererii de date. De obicei, sistemele de comprimare video combină mai multe tehnologii, ajungând la rate de comprimare de ordinul a câteva sute la unu (în comparație cu rata medie de comprimare de doi la unu realizată de sistemele care nu pierd informații). Deși atât în comprimarea imaginilor statice, cât și în comprimarea imaginilor video sunt folosite mai multe caracteristici și tehnologii comune, fiecare dintre ele are propriile probleme și soluții de comprimare.

Rețineți că unele tipuri de fișiere – cum sunt fișierele GIF incluse în aproape toate paginile Web – sunt comprimate, însă, discutând la obiect, nu folosesc comprimarea imaginii. Aceste fișiere comprimă imaginea prin datele care o formează (este vorba de comprimarea datelor). Diferența este că în timp ce comprimarea imaginii analizează imaginea din perspectivă vizuală, comprimarea datelor nu ține cont de aspectul imaginii – nici măcar dacă datele formează o imagine. De asemenea, fișierele GIF pot paletiza o imagine folosind tabelele de căutare a culorilor, însă în mod obișnuit o astfel de operație nu este privită ca o comprimare adevărată de imagine.

Programele obișnuite de comprimare a imaginilor statice lucrează în spațiul bidimensional, analizând suprafețele și reducând datele necesare pentru stocarea acestora. Cel mai întâlnit sistem este JPEG; inițialele provin de la Joint Photographic Experts Group, grup care a dezvoltat acest standard. Comprimarea video lucrează tridimensional; în afară de prelucrarea suprafețelor, această metodă folosește și timpul. Este mai avantajoasă cu cât sunt mai puține modificări între cadrele vecine ale unei imagini video. Practic, sunt reținute sau transmise doar aceste modificări; elementele statice ale imaginii sunt ignorate. De exemplu, când cineva deplasează cursorul pe ecran, în fluxul de date care trebuie transmis sunt introduși doar pixelii caracterului în mișcare. Cea mai cunoscută formă de comprimare pentru imaginile dinamice este MPEG (inițialele provin de la Motion Picture Experts Group), o organizație similară grupului JPEG (face parte din aceeași structură), dar separată de acesta.

## Filtrele și codecurile

Metodele de comprimare a fluxurilor de date din imaginile statice și video sunt atât de diferite, încât programatorii folosesc terminologii distincte atunci când discută despre procesul de conversie. Mai mult decât atât, ei folosesc diferențiat chiar și programele software de conversie.

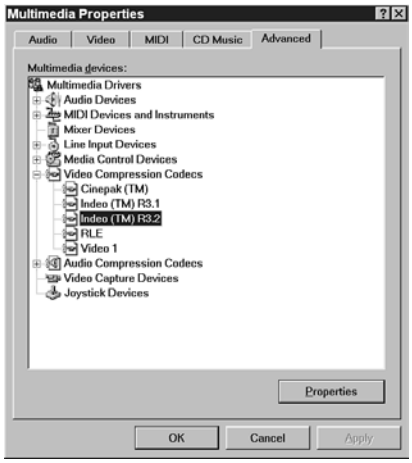
Rutinele de program care comprimă imaginile statice se numesc uzual *filtre*. În majoritatea aplicațiilor de grafică sunt incluse mai multe filtre, care le permit să lucreze cu o diversitate de sisteme de comprimare și formate de fișiere.

Pentru a realiza comprimarea video este nevoie de un procesor (software sau hardware) denumit *codec* (prescurtarea de la **co**mpressor/**dec**ompressor). Cele mai eficiente codecuri software sunt produse private care se bazează pe tehnologii patentate. Fiecare tip de codec are avantaje proprii (cum ar fi viteza de prelucrare, o rată mare de comprimare sau o calitate bună a imaginii) datorită cărora este ales într-un anumit gen de aplicație. Ca urmare, există multe codecuri folosite în comun. Cele mai multe aplicații multimedia includ în modulul software de redare codecul adecvat sau operează cu cele pe care le presupune deja instalate de sistemul de operare.

Deși fișierele MPEG sunt folosite pe scară largă – deoarece constituie baza de lucru pentru CD-urile și DVD-urile video – sunt mari consumatoare de resurse de procesor. Pentru a obține rezultate optime, este necesară utilizarea unor componente hardware dedicate de conversie a imaginii (chiar dacă firma Intel pretinde că un procesor Pentium realizat în tehnologia MMX poate decodifica imagini MPEG-1 în timp real). În sistemele multimedia sunt folosite și sisteme de comprimare mai simple, care au nevoie doar de codecuri software. Sistemul Windows 95 include suport pentru patru astfel de codecuri multimedia: Cinepak, Intel Indeo, Microsoft Run-length encoding și Microsoft Video 1.

Codecurile video instalate în sistemul Windows 95 pot fi vizualizate astfel: executați dublu clic pe pictograma Multimedia din Control Panel, selectați eticheta Advanced și

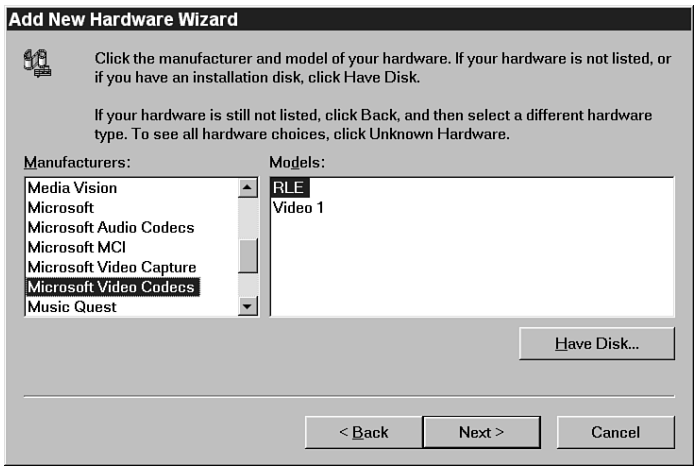
**FIGURA 16.4**
*Fereastra în care Windows 95 afișează codecurile video instalate în sistem.*




executați dublu clic pe opțiunea Video Compression Codecs (Codecuri de comprimare video). Pe ecranul monitorului va fi afișată o fereastră similară cu cea prezentată în Figura 16.4.

Windows 95 efectuează operația de instalare a unui codec în cadrul aplicației wizard de instalare a componentelor *hardware*. Codecurile sunt instalate la fel ca driverele. Parcurgând meniurile aplicației wizard, specificați simplu că doriți să instalați o anumită componentă hardware și apoi alegeți opțiunea Sound, video and game controllers (Controllere de sunet, video și jocuri) din lista prezentată în primul ecran. Aplicația wizard va deschide pe ecran un meniu de instalare, asemănător celui prezentat în Figura 16.5.

**FIGURA 16.5.**
*Aplicația wizard de instalare a codecurilor în Windows.*


Add New Hardware Wizard
Click the manufacturer and model of your hardware. If your hardware is not listed, or if you have an installation disk, click Have Disk.
If your hardware is still not listed, click Back, and then select a different hardware type. To see all hardware choices, click Unknown Hardware.
Manufacturers:
Models:
Media Vision
Microsoft
Microsoft Audio Codecs
Microsoft MCI
Microsoft Video Capture
Microsoft Video Codecs
Music Quest
RLE
Video 1
Have Disk...
< Back
Next >
Cancel

Selectați componenta hardware care va utiliza codecul. După aceasta, introduceți în unitatea corespunzătoare discul care conține codecul (dischetă sau CD-ROM) și executați clic pe butonul Have Disk; în acest moment, Windows 95 ar trebui să găsească pe discul respectiv codecul și să îl instaleze în sistemul dumneavoastră.

## JPEG

În prezent, formatul preferat de lucru pentru comprimarea imaginilor statice este JPEG. Așa cum o celebritate este o persoană foarte cunoscută chiar pentru faptul că este cunoscută, JPEG este popular datorită popularității sale. Este un standard aproape universal, adică exact ceea ce s-a dorit să fie. Unul dintre motivele acestei răspândiri rapide este că JPEG conține câte ceva util pentru fiecare tip de aplicație – poate obține rate ridicate de comprimare, o calitate foarte bună a imaginii (fără pierderi de informații) și transmisii eșalonate care permit expedierea rapidă a unor imagini mai simple ce se completează progresiv cu detalii. Desigur, JPEG nu reprezintă soluția universală perfectă și obținerea unei calități înseamnă pierderea alteia. Mai precis, aceasta înseamnă

că atunci când se alege o comprimare ridicată, se pierde din calitatea imaginii. Totuși, standardul JPEG oferă utilizatorului posibilitatea de a alege. Când realizează comprimarea, minimizează pierderea aparentă a calității imaginii.

Standardul obține aceste avantaje în special datorită faptului că este un non-standard, adică ceea ce v-ați aștepta să fie realizat de un comitet. În cazul JPEG, variabilitatea se transformă în versatilitate, care reprezintă punctul forte al standardului. JPEG permite foarte multe opțiuni în prelucrarea de imagini folosită în comprimare și menține ordinea folosind un sistem standard de documentare a etapelor parcurse, astfel încât ele să poată fi parcurse ușor în sens invers (pentru a putea reconstitui imaginea). Toate detaliile referitoare la comprimare sunt introduse în antetul fișierului de imagine sau la începutul fiecărui flux de date transmis.

JPEG comprimă cel mai bine imaginile color pentru că se bazează pe efectele percepției psihovizuale pentru a elimina din imagine informațiile pe care dumneavoastră nu le-ați putea sesiza. De asemenea, standardul lucrează și cu imagini în nuanțe de gri, însă obține rate mai mici de comprimare la niveluri date de calitate. JPEG nu dă rezultate bune în lucrul cu imaginile monocrome (două nuanțe sau negru și alb) și cere ca înainte de prelucrare imaginile cu culori mapate să fie convertite într-un format color convențional, cu ton continuu – ceea ce duce, desigur, la pierderea efectului de comprimare al mapării culorilor.

Tehnica JPEG presupune mai multe operații, dintre care unele sunt opționale. Există câteva etape care pot reduce cantitatea de detalii din imagine și implicit calitatea acesteia. Standardul JPEG vă permite selectarea cantității de informație redusă în aceste etape, astfel încât să puteți controla cât de bine se va asemăna cu originalul o imagine refăcută din date comprimate. O opțiune este comprimarea fără pierderi, care nu elimină alte informații în afară de cele redundante. Această metodă comprimă de obicei un fișier de tip imagine la jumătate din dimensiunea originală. Chiar recurgând la o comprimare cu pierdere de informații, puteți să reconstruiți o imagine care nu se deosebește vizual de original, cu o reducere a dimensiunii până la 33 de procente din original. Pierderea devine vizibilă în zona reducerilor la 5 până la 10 procente din dimensiunea datelor originale. Puteți forța comprimarea datelor imaginii chiar până la 1 procent din dimensiunea originală, însă rezultatul obținut va semăna mai mult cu o nouă creație artistică pe calculator decât cu imaginea de la care ați pornit.

## Comprimarea de bază

Punctul de pornire în procesul de comprimare JPEG este un *algoritm de comprimare de bază* definit de standard. Toate sistemele JPEG trebuie să fie capabile să lucreze cu acest algoritm de bază, iar cele mai multe rămân la acest nivel. Chiar și algoritmul de bază permite mai multe operații opționale de prelucrare.

Primul pas în transformarea JPEG de bază este translația opțională a spațiului de culori în care este memorată imaginea. Cea mai mare parte dintre sistemele de afișare din PC-uri folosesc pentru stocarea și afișarea imaginilor date RGB, însă spațiul de culori luminanță/crominanță permite sistemului JPEG să comprime mai bine imaginea. Trecerea într-un spațiu de culori luminanță/crominanță permite următoarei operații opționale să reducă datele imaginii cu o treime fără o pierdere aparentă a calității.

Dacă imaginea este memorată într-un spațiu de culori luminanță/crominanță, sistemul de comprimare poate reduce rezoluția informației de crominanță fără a reduce rezoluția

percepută a imaginii. Ochiul uman nu poate observa diferențele de culoare la fel de clar cum poate detecta modificările în strălucire. Păstrarea rezoluției ridicate a informației de luminanță face ca întreaga imagine să apară clară chiar și atunci când rezoluția reală a informației de culoare este redusă.

Rezoluția este redusă prin alipirea pixelilor învecinați, proces denumit *eșantionare inversă (downsampling*). Operația poate fi efectuată fie pe orizontală, fie pe verticală – adică pixelii pot fi unul lângă altul sau unul deasupra celuilalt – sau în ambele direcții. În prelucrarea JPEG obișnuită, doi pixeli sunt alipiți pe orizontală fără a face operația pe verticală (tehnica se numește *eșantionare 2h1v*) sau și pe orizontală, și pe verticală (*eșantionare 2h2v*). Deoarece eșantionarea 2h1v reduce la jumătate dimensiunea a două dintre cele trei componente ale imaginii, se obține o reducere de o treime a datelor imaginii. Prin reducerea celor două componente la un sfert din dimensiunea neprocesată, eșantionarea 2h2v determină o reducere globală a datelor imaginii la jumătate.

Următoarea operație de conversie a datelor reprezintă cheia pentru scala ajustabilă de comprimare JPEG. Folosind o funcție matematică denumită *transformare cosinus discretă* sau DCT (discrete cosine transformation), pixelii din imagine sunt convertiți într-o hartă de frecvențe. Transformarea are ca rezultat o serie de numere care reprezintă pixelii în detalii din ce în ce mai mari. JPEG împarte imaginea în blocuri de 64 de pixeli formate din pătrate având câte 8 pixeli pe latură. După o transformare cosinus discretă, imaginea devine o secvență de 64 de valori, prima dintre ele conținând cea mai mică frecvență din bloc – corespunzând unei medii globale a datelor din bloc. Valorile sunt ordonate crescător, conținând frecvențe din ce în ce mai mari, iar ultima valoare oferă informațiile necesare pentru rularea inversă a algoritmului DCT și refacerea completă a imaginii. Operația DCT nu comprimă imaginea și nici nu afectează calitatea imaginii refăcute, în limitele preciziei calculelor. Totuși, pentru a fi corecți, trebuie să recunoaștem că transformarea cosinus discretă nu poate fi efectuată fără pierderi de date, din cauza erorilor inevitabile de rotunjire din calcule. Ca urmare, în comprimarea JPEG fără pierderi nu este folosit algoritmul DCT.

Problema comprimării în procesul JPEG provine din aplicarea *coeficienților de cuantificare (quantization coefficients)* la valorile obținute din operația DCT. JPEG aplică un coeficient diferit fiecăreia dintre cele 64 de valori DCT. Combinațiile diferite de coeficienți influențează relația dintre raportul de comprimare și calitate. Obținerea celui mai bun compromis este foarte dificilă. Valorile folosite pot varia de la o imagine la alta, astfel că fișierul sau fluxul de date JPEG al oricărei imagini conține un tabel complet cu toate cele 64 de valori utilizate în imaginea respectivă. Cele mai multe produse software care produc imagini prin comprimarea JPEG folosesc valorile date ca exemple de comitetul JPEG. Deși valorile exacte variază în funcție de coeficienții folosiți, din această etapă rezultă cea mai mare comprimare din sistemul JPEG, dar și cea mai mare pierdere de informație.

Valorile rezultate după aplicarea coeficienților de cuantificare sunt comprimate în final ca date digitale obișnuite. Standardul JPEG permite două opțiuni principale, codificarea Huffman (care, în principiu, înlocuiește un șir cu o singură valoare și un multiplicator) sau codificarea aritmetică. Cu toate că rezultatul final este o reducere a dimensiunii fișierelor cu numai 5 până la 10 procente, algoritmul este brevetat și solicită licențiere. Cele mai multe sisteme JPEG folosesc doar codificarea Huffman.

Pentru a permite unui decodor JPEG să refacă o imagine corect, codificatorul adaugă la datele imaginii un antet care definește diferitele etape parcurse în prelucrarea imaginii, inclusiv tabelul de coeficienți de cuantificare. Fișierele de tip imagine JPEG standard mai includ și un alt antet, pentru identificarea ulterioară a imaginii. Firma Microsoft a definit și publicat un format specific de fișier pentru imaginile JPEG și antetul asociat.

## Modul ierarhic

Apar situații în care programatorii consideră util să aibă la dispoziție rezoluții diferite ale unei imagini. De exemplu, este posibil să dorească afișarea imaginii în formă miniaturală sau ca imagine cu rezoluție ridicată, cu detalii complete. Dacă imaginea este codificată la rezoluții diferite în același fișier, este minimizat timpul de prelucrare în situațiile în care o aplicație are nevoie de un anumit nivel de rezoluție (presupunând, desigur, că rezoluția dorită de aplicație este una dintre cele în care a fost codificată imaginea).

Pentru astfel de aplicații, JPEG include un *mod ierarhic (hierarchical mode)*. Ierarhia este un set de imagini codificate la fiecare nivel distinct de rezoluție. Un singur fișier JPEG poate include o miniatură de 80 pe 60 pixeli, o imagine la rezoluție mică de 320 pe 240 pixeli, o imagine VGA de 640 pe 480 și o versiune la rezoluție ridicată de 2048 pe 1536 pixeli. Programul beneficiar nu trebuie decât să decodifice una dintre imagini fără să-și mai facă probleme cu prelucrarea consumatoare de timp necesară pentru obținerea imaginii de rezoluție ridicată dacă aplicația nu are nevoie de toate detaliile.

## Modul progresiv

În unele aplicații – în special în cele care presupun transmiterea datelor imaginii prin canale de comunicație de viteză mică – poate fi utilă obținerea unei ciorne simple a unei imagini. De exemplu, în timp ce navigați prin Internet, vizitați un sit și doriți să aruncați o privire rapidă asupra a ceea ce există acolo fără să așteptați câțiva ani până la încărcarea completă a unei întregi pagini de imagini grafice printr-un modem care abia mai respiră. Imaginea în ciornă vă permite să decideți rapid dacă este cazul să încărcați pagina sau să treceți mai departe, anulând astfel parțial durerea pricinuită de încetineala telecomunicațiilor. Programele mai bune de navigare prin Web beneficiază de avantajul *modului progresiv (progressive mode)* al standardului JPEG și fac schițe rapide ale imaginilor, crescând treptat calitatea pe măsură ce este alocat mai mult timp pentru încărcarea datelor imaginii suplimentare în sistem.

Modul progresiv este un caz special de mod ierarhic, în care imaginile la niveluri diferite de rezoluție sunt aranjate progresiv (crescător) de la versiunea cu cele mai puține detalii până la cea mai detaliată. În modul progresiv, coeficienții DCT ai unei imagini sunt transmiși incremental ca scanări succesive ale imaginii. La fiecare scanare, pe imagine este aplicat (suprapus) un nivel nou de detalii. Primul constă în doar câteva blocuri unicolore. Cu fiecare scanare, numărul de blocuri crește pe măsură ce dimensiunea lor scade, iar numărul de culori crește. Deoarece prima scanare conține puține detalii, transferul ei are loc rapid, în timp ce fiecare nivel următor durează din ce în ce mai mult.

Deși este mai convenabil în aplicațiile de transfer de date, proiectanții standardului JPEG au decis să nu universalizeze modul progresiv. Fiecare scanare a imaginii trebuie să fie separată și complet decodificată, iar fiecare dintre ele consumă o parte din timpul microprocesorului. O imagine JPEG normală, ne-progresivă este refăcută printr-o singură decodificare. Pentru un nivel dat de detaliu corespunzător imaginii finale, modul progresiv este mai lent.

### Modul fără pierderi

Chiar dacă JPEG este înainte de toate un sistem de comprimare cu pierderi, standardul este adaptabil și încorporează *un mod fără pierderi (lossless mode)* pentru aplicații speciale. Modul fără pierderi operează diferit în funcție de cel mai înalt nivel de calitate stabilit. În modul normal de operare, când realizează transformările cosinus discrete, JPEG trebuie să rotunjească valorile, iar micile fracțiuni pierdute prin rotunjire nu mai pot fi recuperate în faza de reconstrucție a imaginii. Pentru a memora imagini fără pierdere în calitate, modul fără pierderi din standardul JPEG evită utilizarea transformărilor cosinus discrete (ca și eșantionarea inversă a canalelor de crominanță).

În modul fără pierderi, JPEG folosește un algoritm simplu de comprimare care codifică fiecare pixel ca fiind diferența dintre valoarea proprie și valoarea pixelului anterior. Fluxul de date rezultat este comprimat mai departe prin aceeași codificare Huffman sau aritmetică folosită în sistemul JPEG cu pierderi.

Modul fără pierderi este folosit deseori în legătură cu modul ierarhic sau progresiv. Aceasta permite ca forma finală a unei reconstrucții progresive a imaginii să fie o replică perfectă a originalului. O imagine JPEG refăcută fără pierderi va genera mai puține resturi la o nouă comprimare.

### Motion JPEG

Dacă doriți să creați o secvență video, trebuie să grupați o serie de imagini individuale. Codificați fiecare imagine folosind algoritmul JPEG și obțineți un film comprimat. Un astfel de model stă la baza tehnologiei *Motion JPEG*.

Această abordare are atât avantaje, cât și dezavantaje. Deoarece fiecare cadru dintr-un film Motion JPEG este complet individual – la bază fiind o imagine statică – orice imagine din secvență poate fi scoasă și folosită ca o fotografie. Puteți să preluați un cadru la întâmplare, să îl decodificați și astfel obțineți o imagine pe ecran. Cu alte cuvinte, Motion JPEG oferă un acces complet aleator. În plus, dimensiunea imaginilor folosite în secvență poate fi controlată, astfel încât să puteți determina rezoluția imaginii finale și, prin corectarea algoritmului, calitatea acesteia. De asemenea, Motion JPEG specifică și metodele de adăugare la imagine a unui canal audio atașat.

Prețul plătit pentru această versatilitate este că Motion JPEG nu este foarte bun la codificare. Acest mod realizează comprimarea în numai două dimensiuni (înălțimea și lățimea imaginii), ignorând-o pe cea de-a treia (timpul). Pentru majoritatea imaginilor video, cea mai bună economisire pe care o puteți obține prin comprimare provine din a treia dimensiune. Aceasta este o problemă fundamentală. Ceea ce Motion JPEG face prost este ceea ce avantajează cel mai mult comprimarea video.

## MPEG

Cele mai întâlnite secvențe video prelucrate pe PC-uri folosesc metoda de comprimare MPEG. MPEG este abrevierea de la *Moving Picture Experts Group.* Ca și JPEG, MPEG este un comitet care lucrează sub supravegherea comună a Organizației pentru standarde internaționale (International Standards Organization – ISO) și a Comisiei electrotehnice internaționale (International Electro-Technical Commission – IEC). Numele oficial al acestui grup este ISO/IEC JTC1 SC29 WG11 – abrevierile care urmează denumirii organizației o descriu mult mai clar: JTC provine de la Joint Technical Committee, Sub-committee 29, Workgroup 11. Acest grup de lucru și-a început activitatea în anul 1988, având în conducere pe Leonardo Chairiglione și Hiroshi Yasuda.

În ciuda asemănării numelor, grupurile JPEG și MPEG sunt separate și au puțin membri comuni. Unele dintre tehnologiile folosite de cele două sisteme de comprimare sunt similare, însă sunt dedicate unor tipuri diferite de date. Cea mai clară deosebire este că MPEG obține cel mai mare procent de reducere a datelor prin comprimarea în dimensiunea timp, codificând din informațiile video doar diferențele dintre cadre.

## Standarde

MPEG include mai multe standarde de codificare, nu numai pentru video, ci și pentru sunetele care însoțesc imaginile. De la apariția sa, au fost realizate mai multe versiuni, din ce în ce mai sofisticate și mai performante.

Primul standard MPEG, denumit uzual MPEG-1, dar intitulat oficial „Codificarea imaginilor dinamice și a semnalelor audio asociate pentru unități digitale de stocare cu rate de transfer de până la 1,5 Mbps“ a devenit un standard internațional în octombrie 1992. Acest standard are patru părți. Metoda actuală de comprimare a semnalelor video este prezentată în International Standard 11172-2. Celelalte părți descriu modul de comprimare a semnalelor audio, sincronizarea semnalelor audio și video și testarea conformității cu standardul.

MPEG-1 este folosit de CD-i (compact-discurile interactive) pentru că obține rate de transfer al datelor în gama unităților CD. Pentru a putea lucra cu tehnologia existentă la momentul apariției standardului pe piață, sistemul sacrifică rezoluția. Cea mai bună imagine MPEG-1 pe un CD-i conține aproximativ un sfert din pixelii care formează o imagine TV standard. Pentru a reconstrui fluxul de imagini dinamice, MPEG are nevoie de o putere mare de prelucrare (de aceea aparatele de redare CD-i le pot afișa direct la televizor sau monitor), însă numai cele mai puternice PC-uri pot prelucra informațiile suficient de repede pentru a le afișa pe monitor fără a pierde mai multe cadre decât numărul de valori pierdute de un muzeu de artă într-un cutremur. Dacă sunteți obișnuit cu imaginile obținute de un videocasetofon bun, acest prim sistem MPEG vi se pare, într-adevăr, învechit.

MPEG-2 a avut ca scop corectarea problemelor de performanță ale standardului MPEG-1, în special în partea de calitate a imaginii. Cea mai clară diferență poate fi observată chiar pe ecran. În varianta sa obișnuită, MPEG-2 extinde nivelul posibil de rezoluție la o calitate TV reală, adică 720 de pixeli pe orizontală și 480 pe verticală, permițând și formatele pentru ecran standard și ecran lat (adică proporții ale dimensiunilor de 4:3 și 16:9). Deși MPEG-2 beneficiază de avantajele tehnologiei de comprimare, calitatea ridicată a informațiilor obținute presupune prelucrarea unei cantități mai mari de date. Pentru a obține un format de imagine de calitate TV este nevoie de o lățime de bandă de aproximativ 4 Mbps. În afară de această cerință, standardul MPEG-2 suportă rezoluții de nivel ionosferic. De asemenea, toate cipurile MPEG-2 trebuie să fie compatibile și să poată prelucra date în format MPEG-1.

În afară de secvențe video de calitate ridicată, MPEG-2 permite 5.1 canale audio – canalele stânga și dreapta principale (din față), canalele stânga și dreapta din spate (secundare) și un canal de efecte speciale pentru zgomotele mai joase de 100 Hz. (Simbolul „.1“ din descrierea canalelor se referă la limita de 100 Hz). Pentru a face o comparație, MPEG-1 permitea o singură pereche de canale stereo.

Ceea ce a fost numit inițial MPEG-3 a fost integrat în MPEG-2. Concepția care a stat la baza standardului MPEG-3 a fost de a realiza un sistem separat pentru televiziunea cu înaltă definiție (HDTV) pentru imagini cu rezoluții de până la 1920 pe 1080 pixeli cu o rată de cadre de 30 Hz. Printr-un reglaj fin, nivelurile înalte din MPEG-2 au lucrat destul de bine cu imaginile HDTV, astfel că nu a mai existat o necesitate reală pentru a susține un standard separat.

MPEG-4 este destinat sistemelor situate în direcția opusă, fiind dedicat în special pentru aplicațiile cu rate foarte mici de transfer al datelor, adică cele care transferă informațiile cu viteze între 4.800 și 64.000 biți pe secundă. Astfel de viteze mici sunt utile pentru a transfera imagini între modemuri convenționale pentru sistemele de videofonie sau videoconferințe pe ecran mic. Imaginea poate avea o rezoluție mai mică (aproximativ 176 pe 144 pixeli) și o frecvență de cadre redusă, de ordinul a 10 Hz.

## Prelucrarea datelor

Prelucrarea datelor în sistemul MPEG-1 începe cu etapele similare standardului JPEG, pentru a valorifica aceleași principii. Imaginile sunt convertite inițial în spațiul de culori luminanță/crominanță (YUV), permițând astfel o reducere a rezoluției în canalele de crominanță fără nici un efect vizual observabil. Sistemul MPEG-1 permite codificarea imaginilor cu dimensiuni de până la 4095 pe 4095 pixeli, cu frecvența de 60 de cadre pe secundă. În lumea PC-urilor, formatul cel mai des folosit se numește *Constrained Parameters Bitstream* (CPB).

Pentru ca datele generate prin sistemul MPEG-1 să poată fi prelucrate în sistemele video bazate pe standardul NTSC, la o frecvență de cadre de 60 Hz, rezoluția inițială CPB este limitată la 352 pe 240 pixeli. Sistemele PAL și SECAM, care lucrează pe 50 Hz, modifică numărul de linii dintr-un cadru la 288. După conversie, rezoluția canalelor de crominanță este redusă la 176 pe 120 pixeli.

Din acest punct, MPEG-1 merge într-o direcție proprie și demarează operația de comprimare a dimensiunii timp. Cadrul de imagine este împărțit în blocuri. În canalul de luminanță, aceste blocuri măsoară 16 pe 16 pixeli. În canalele de crominanță, ele măsoară 8 pe 8 pixeli. Deși sunt diferite, dimensiunile acoperă exact aceeași suprafață din imagine datorită rezoluției reduse a canalelor de crominanță. Luate împreună, cele trei blocuri (unul de luminanță, două de crominanță) care descriu o suprafață comună a imaginii sunt denumite *macrobloc*. Codificatorul MPEG analizează macroblocurile a două cadre pentru a vedea care sunt identice, care sunt asemănătoare și care diferă semnificativ. În funcție de tipul de cadru, el poate compara cadrul anterior sau cadrul următor pentru determinarea corespondențelor. Codificatorul determină astfel nivelul de diferență dintre macroblocurile celor două cadre. Dacă blocurile diferă prea mult, sunt păstrate datele noi. Dacă blocurile sunt foarte asemănătoare, codificatorul lucrează cu informațiile de diferență. Folosind aceste date, el calculează o transformare cosinus discretă pentru fiecare macrobloc, pe care sistemul o prelucrează mai târziu, reducând atât dimensiunea datelor, cât și detaliile imaginii. După aceasta, pentru a crea setul final de date, codificatorul aplică rezultatelor acestor operații o comprimare convențională a datelor (o codificare Huffman).

Cadrele din sistemul de comprimare MPEG-1 sunt de trei tipuri:

- Cadrele I (I-frames sau intra frames) sunt cadre independente. Acestea sunt codificate fără să se facă referire la alte cadre. În principiu sunt imagini statice folosite ca puncte de plecare pentru referirea diferențelor obținute prin modificările imaginii.

- Cadrele P (P-frames sau predicted frames) sunt cadre prevăzute. Un cadru prevăzut reprezintă diferența dintre imaginea curentă și cea generată de cadrul anterior. Cadrul P include datele de diferență (vectorul și coeficienții de diferență DCT), ca și blocurile cu date noi pentru zonele din imagine care nu mai corespund celor din cadrul anterior.

- Cadrele B (B-frames sau bidirectional frames) sunt cadre bidirecționale. Blocurile din aceste cadre codifică modificările fie față de cadrul anterior, fie față de cadrul următor. Codificatorul face o verificare pentru a determina direcția în care se lucrează cel mai bine

pentru codificarea imaginii – înainte, înapoi, și apoi calculează media dintre ele. Dacă modificările nu pot fi codificate, codificatorul folosește datele noi. Calculul valorii medii ajută cadrul B să reducă paraziții din sistemele cu rate reduse de transfer al datelor. Acest handicap crește complexitatea procesului (și bineînțeles a schemei hardware).

Rețineți că, deși doar cadrele I sunt complet independente, orice tip de cadru poate să conțină informațiile originale în formatul macroblocurilor de cadre I.

Pentru a permite accesul aleator la cadrele individuale, MPEG-1 are nevoie de un cadru I la cel puțin 0,4 secunde. Pentru standardul NTSC (valabil în Statele Unite și Japonia), care lucrează cu o rată de 30 de cadre pe secundă, aceasta înseamnă un cadru I la fiecare al 12-lea cadru. MPEG nu are nevoie de o anumită secvență de tipuri de cadre. Fluxul de coduri indică ce tipuri de cadre sunt folosite. Într-o codificare obișnuită, combinația de cadre ar putea fi următoarea:

I B B P B B P B B P B B I B B P B B P B B P B B I ...

Oricât de inteligentă ar fi, tehnologia MPEG nu poate prezice viitorul. Calculul unor cadre B presupune cunoașterea cadrului care urmează în secvență. Ca urmare, cadrele nu trebuie să fie transmise sau memorate în secvență strictă. Mai mult decât atât, decodorul MPEG trebuie să decodifice cadrele și să păstreze câteva cadre în memorie pentru decodificarea corectă a cadrelor care urmează. Dacă adăugați la aceste operații toate calculele matematice necesare pentru reconstruirea fiecărui cadru, devin imediat foarte clare cerințele mari de prelucrare ale sistemului MPEG. De asemenea, utilizarea cadrelor B impune o mică întârziere a semnalului de ieșire pentru că sistemul trebuie să citească mai multe cadre înaintea celui afișat curent.

În sistemul MPEG-2, echivalentul CPB este numit *nivel inferior*, iar cel mai apreciat format va fi probabil *nivelul principal*, care oferă ieșiri decodificate aproape la nivelul sistemelor contemporane din studiourile de televiziune. Caracteristicile diferitelor niveluri MPEG-2 sunt prezentate în Tabelul 16.5.

**Tabelul 16.5** Caracteristicile nivelurilor MPEG-2

| *Nivel* | *Dimensiunea maximă a imaginii* | *Frecvența de cadre* | *Frecvența de pixeli* | *Viteza maximă de transfer* |
|---|---|---|---|---|
| Inferior | 352x240 | 30 pe sec | 3,05 MB/sec | 4 Mbps |
| Principal | 720x480 | 30 pe sec | 10,40 MB/sec | 15 Mbps |
| Superior 1440 | 1440x1152 | 30 pe sec | 47,00 MB/sec | 60 Mbps |
| Superior | 1920x1080 | 30 pe sec | 62,70 MB/sec | 80 Mbps |

În standardul MPEG-2, nivelul inferior este în esență același cu formatul video CPB din MPEG-1. Cel mai răspândit format este nivelul principal, care este folosit de sistemele DVD. Cele două niveluri superioare sunt dedicate în special înregistrărilor video profesionale.

# Interfața

La fel ca în cazul tuturor celorlalte elemente hardware, legarea circuitelor video și de afișare la PC-ul dumneavoastră privește două aspecte, hardware și software. Partea hardware se referă atât la conexiunile electrice, cât și la cele logice, care sunt prezentate în capitolul următor. Partea software determină modul în care informațiile și instrucțiunile circulă de la PC la sistemul video.

Componenta software este cea mai complexă pentru că au loc interacțiuni la mai multe niveluri. Fiecare producător de plăci video își proiectează produsele astfel încât să recunoască un set dat de instrucțiuni, de obicei să execute funcții de desenare 2D și randare 3D. Aceste *comenzi la nivel de placă (board level commands)* sunt specifice fiecărei plăci video și de accelerare. Pentru a permite sistemului de operare să comunice cu placa, există un driver video care traduce (convertește) funcțiile sistemului de operare în aceste comenzi la nivel de placă. La celălalt capăt al sistemului, software-ul de aplicație trimite comenzi grafice către sistemul de operare folosind interfața pentru programele de aplicație (API = application program interface) a sistemului de operare.

## Driverele

Dacă există o slăbiciune în îmbunătățirea performanțelor de afișare cu acceleratoare și procesoare de grafică, aceasta este cerința pentru comenzile speciale de nivel înalt. Cipurile de grafică nu vor trece la acțiune decât dacă programul care le solicită include instrucțiunile necesare. Altfel, investițiile în aceste componente hardware suplimentare ar putea fi pierdute.

Ca urmare, programele trebuie să fie scrise special pentru a beneficia de avantajele echipamentelor de grafică din sistemul dumneavoastră. Tratată separat, această cerință nu pare să fie dificil de îndeplinit – doar până când observați că utilizați mai mult de o duzină de cipuri de grafică și fiecare dintre ele are propriul set individual de comenzi. Ca să recunoască și să folosească toate cipurile disponibile, un program ar trebui să conțină instrucțiuni pentru fiecare dintre cipurile cu care ar putea fi folosit. Ținând cont de proliferarea diferitelor cipuri, codul necesar ar crește în interiorul programelor ca un cancer digital, mărind programele cu tumori de cod care până la urmă le-ar reduce foarte mult performanțele.

Driverele software ajută programatorii să evite nevoia de supraîncărcare a programelor cu cod pentru grafică. Programul însuși este scris pentru cel mai răspândit subset de comenzi grafice de nivel înalt disponibile pentru cele mai multe cipuri de grafică. Programatorul folosește pentru fiecare dintre acele funcții o comandă proprie, specifică. După aceasta, el creează un program separat denumit driver software care convertește comenzile sale în cele folosite de un anumit cip de grafică sau placă realizată dintr-un anumit cip. Când microprocesorul PC-ului întâlnește una dintre instrucțiunile de grafică ale programului, driverul software îi comunică instrucțiunea corespunzătoare care trebuie trimisă cipului de grafică pentru ca acesta să execute operațiunea.

Cu toate că această schemă de lucru vă ușurează viața, ea generează coșmaruri pentru majoritatea programatorilor – asta dacă pot dormi destul pentru a avea un coșmar. Această strategie cere programatorului care scrie și cel mai simplu program de grafică să cunoască toate componentele hardware de grafică disponibile. El trebuie să fie un adevărat magician atât în software, cât și în hardware, într-o lume în care experții în unul sau celălalt dintre domenii sunt oricum foarte puțini.

Până la un moment, programatorii au evitat problema lăsând în grija producătorilor de adaptoare de afișare scrierea driverelor software, ceea ce muta cerința de a avea un expert în ambele domenii de la firma software la cea de hardware. Dumneavoastră, ca utilizator, erați lăsat să instalați driverele producătorului de hardware pentru fiecare dintre aplicațiile proprii – în cazul în care producătorul echipamentului hardware opta pentru scrierea unui driver pentru aplicațiile alese de dumneavoastră.

Soluția reală a problemei a fost dezvoltarea unui mediu grafic de operare, care a evoluat în sistemul de operare modern. Această ultimă problemă adaugă încă un strat de

software, mediul/sistemul de operare făcând legătura între aplicațiile dumneavoastră și driverul hardware. Fiecare strat de software a redus puțin din performanță, astfel că afirmarea acestei tehnologii s-a produs numai după ce PC-urile și acceleratoarele de grafică au fost suficient de rapide pentru a ascunde tot ce se întâmpla în fundal. Cererile mari de resurse grafice au determinat stabilirea cerinței minime pentru cele mai multe dintre sistemele de operare avansate la nivelul microprocesorului 486.

Cele mai multe sisteme de operare includ drivere pentru cele mai răspândite dispozitive video disponibile în momentul lansării pe piață a sistemului de operare. Producătorii de echipamente hardware adaptează deseori produsele proprii în funcție de driverele existente. Aceste drivere interne sunt compatibile nu numai cu o anumită placă video, ci chiar cu un set de cipuri. Ele sunt numite deseori *drivere universale (generic drivers)*, deoarece majoritatea plăcilor video care folosesc setul de cipuri respectiv vor lucra cu ele. Dacă un producător de seturi de cipuri dezvoltă un produs nou după lansarea sistemului de operare, poate să scrie propriile drivere universale pentru setul respectiv.

Dacă o placă video apărută după lansarea unui sistem de operare (sau a unei versiuni noi a unui sistem de operare) nu lucrează la parametrii optimi cu un driver universal, producătorul plăcii va scrie un driver propriu de dispozitiv care să se potrivească plăcii. Deseori, un producător de plăci va dezvolta propriile drivere pentru a beneficia de avantajul unei caracteristici exclusive a produsului propriu. În general, driverele producătorului plăcii vor depăși ca valoare driverele universale incluse în sistemul de operare sau dezvoltate de producătorul cipului (uneori driverele producătorul cipului nu lucrează deloc cu o anumită placă). Regula generală este că un driver va fi cu atât mai rapid cu cât este mai specific.

Căutând să câștige sau măcar să păstreze un nivel de performanță obținut, unii producători de plăci video se grăbesc să lanseze drivere îmbunătățite cât de repede pot. Ei oferă chiar și drivere mai noi pentru a repara erorile de programare din driverele anterioare. Uneori ai impresia că producătorul de plăci oferă drivere *zilnice*. Dată fiind natura experimentală a unor drivere de afișare, cea mai bună strategie pe care o puteți adopta atunci când întâlniți o problemă cu o placă video este să vă asigurați că aveți ultimele variante de drivere. Cei mai mulți producători de plăci vă permit să descărcați ultimele versiuni de drivere de pe siturile Web sau, uneori, din sistemul de avizier electronic.

În sistemele de operare moderne, instalați driverele video ca parte a procesului de instalare hardware. Dacă alegeți componente hardware suportate de sistemul de operare, acesta va instala driverele proprii. Dacă executați clic pe opțiunea Have Disk, puteți să instalați driverele furnizate de producătorul plăcii video introducând discul de instalare distribuit împreună cu placa (atunci când vi se cere să procedați astfel).

Cei mai mulți producători de plăci video descriu în linii mari modul exact de operare cerut pentru actualizarea driverelor proprii la lansarea unor versiuni noi. Uneori, pentru instalarea corectă a driverelor actualizate, trebuie să dezinstalați un produs și apoi să îl reinstalați cu driverele noi. În caz contrar, s-ar putea ca sistemul de operare să creadă că aveți două plăci video – una care folosește driverele vechi și alta care le folosește pe cele noi. Cea mai simplă metodă de eliminare a unei plăci video este prin Device Manager. Selectați placa video și apoi executați clic pe butonul Remove.

## Interfețele pentru programele de aplicații

Sistemul de operare grafic lucrează oferind programatorilor un set de rutine software denumite *cârlige*[1], pe care oricine le poate folosi pentru a afișa anumite imagini pe monitorul video. Sistemul de operare traduce comenzile cârlig în propriul său limbaj, care este convertit de driverul software într-un format înțeles de acceleratorul de grafică. Cei care scriu aplicații nu trebuie să fie preocupați decât de rutinele cârlig din mediul de operare.

Întregul set de rutine cârlig este numit *interfață pentru programele de aplicație (application program interface)* sau API. Unii producători de echipamente hardware omit cuvântul redundant *program*, astfel că aceste rutine sunt denumite uneori mai simplu interfață de aplicație sau AI (application interface). Indiferent de nume, acest grup de comenzi realizează etapa intermediară de translație care permite interconectarea produselor software cu echipamentele hardware. Interfața pentru programele de aplicație reprezintă metoda oficială de control al sistemului de afișare (sau de legătură cu software-ul de afișare), confirmată de producătorul dispozitivului. Conexiunea poate funcționa printr-o diversitate de legături – de la controlul direct al registrilor hardware până la nivelul superior de software care interacționează cu driverele corespunzătoare.

Pentru programator, interfața pentru programele de aplicație este un manual de instrucțiuni care îi comunică modul de lucru cu diferitele funcții ale unui sistem de afișare. Dumneavoastră, ca utilizator de PC, nu aveți de-a face cu interfața pentru programele de aplicație. Singurul lucru care vă interesează este să aveți driverul corect pentru dispozitivul hardware. Producătorul echipamentului hardware scrie (sau încheie contract cu altcineva să scrie) un driver care face legătura între sistemul de operare și hardware.

Pornind de la premisa că o singură firmă dezvoltă, publică și controlează aproape tot software-ul pentru sistemele de operare folosite de PC-uri, ați putea crede că programatorii au o singură interfață API de care țin cont. Sistemul de operare a devenit o simplă fundație pentru aplicații extravagante și divergente, fiecare dintre acestea având diferite cerințe proprii. O singură interfață API care să fie acceptată de toate aplicațiile ar fi în cel mai bun caz greoaie. Însă nimeni nu dorește să sufere iarăși de vechea boală de a avea nevoie de câte un driver diferit pentru fiecare aplicație. Soluția acestei probleme este un compromis, un set de interfețe optimizate pentru tipuri specifice de aplicații software (de exemplu, jocuri sau programe video interactive).

### Windows GDI

Interfața pentru programele de aplicație folosită pentru grafică în primele versiuni ale sistemului Windows era numită *interfața pentru dispozitivele de grafică (Graphic Device Interface* sau GDI*)*. Aceasta tratează toate funcțiile de afișare de care are nevoie în mod normal un program. De asemenea, permite programelor să deseneze imagini pe ecran, dar și să creeze casete, meniuri și ferestre prin comenzi simple.

GDI este sistemul de grafică prestabilit folosit de Windows, ceea ce nu este neapărat rău. Ultimele versiuni folosesc tehnologia completă pe 32 de biți – aceasta este o caracteristică ce deosebește generațiile dintre Windows 3.1 și Windows 95. Modelul GDI este optimizat pentru grafica bidimensională a aplicațiilor, oferind programelor dumneavoastră primitive pentru fonturi, desenare și interfață. Versiunile actuale de GDI

1 Cârlig (engl. hook) – locație dintr-o rutină sau dintr-un program prin intermediul căreia programatorul poate conecta sau insera alte rutine în vederea depanării sau a adăugării de noi funcții.

mai includ un motor pentru hărți de biți independente de dispozitiv (device independent bitmap sau DIB), care permite programatorilor să plaseze imagini bitmap pe orice dispozitiv hardware de afișare care dispune de un driver Windows.

## DirectX

Etapa următoare (și în același timp generația următoare) în legarea produselor software de grafică la sistemul Windows este pachetul *DirectX* al firmei Microsoft. Numele sugerează destinația proiectului – realizarea mai directă a legăturii între programele software și dispozitivul hardware de afișare în vederea creșterii performanței, în special în taskurile grafice complexe, cum sunt secvențele video foarte dinamice și afișările 3D. Viteza crescută și legăturile hardware oferite de DirectX sunt dedicate în special transformării PC-ului – și în particular a mediului Windows – într-o platformă viabilă pentru cele mai mari consumatoare de resurse dintre toate aplicațiile de grafică de pe PC: jocurile.

Diferitele interfețe pentru programele de aplicație de tip DirectX se aseamănă foarte mult cu ceea ce Microsoft denumește *stratul de abstractizare a hardware-ului (hardware abstraction layer*, prescurtat HAL). HAL oferă o interfață cu un set uzual de caracteristici independente de echipamentele hardware instalate. Dacă dispozitivul specific pe care l-ați instalat nu are o funcție cerută de interfața pentru programele de aplicație, DirectX interpune un *strat de emulare a hardware-ului (hardware emulation layer*, prescurtat HEL). Operând în paralel cu HAL, HEL folosește rutine software pentru a crea funcțiile de nivel înalt pe care dispozitivul hardware respectiv nu le suportă. De exemplu, dacă un anumit accelerator 3D suportă filtrarea biliniară, dar nu și filtrarea de gradul trei, comenzile pentru filtrarea biliniară ar trebuie să fie rutate prin HAL și prelucrate de cipul accelerator; comenzile pentru filtrarea de gradul trei ar trebui să fie tratate software, trecând problemele de calcul în grija microprocesorului din PC.

Calea aleasă de apelurile de program sosite de la aplicațiile dumneavoastră depinde de driverele DirectX pe care le instalați. Un driver universal, de genul celor furnizate de Microsoft, ia de bune doar câteva caracteristici hardware și emulează cele mai multe operații prin HEL. Driverele DirectX furnizate de un producător de plăci de extensie ar trebui să ruteze mai multe funcții prin HAL pentru o exploatare mai bună a puterii dispozitivului hardware. În afară de măsurarea performanței, nu aveți nici o metodă de determinare a căii alese de comenzile grafice pe care le dați. De obicei, varianta HEL este mai lentă.

DirectX nu înlocuiește alte interfețe pentru programele de aplicație, ci lucrează împreună cu ele. De exemplu, după adăugarea OpenGL în Windows 95, programele de proiectare și inginerie se leagă la OpenGL, care se conectează în continuare la hardware prin DirectX.

Familia DirectX de interfețe existentă în prezent include cinci secțiuni principale, două dintre ele fiind destinate imaginilor grafice ce apar direct pe ecran. DirectDraw tratează funcțiile GDI și accelerează grafica bidimensională. Direct3D oferă un set de comenzi grafice 3D folosind atât acceleratoare 3D, cât și acceleratoare de grafică obișnuite. DirectInput asigură o legătură între aplicații și dispozitivele de intrare specializate cum ar fi joystick-uri, pedale și echipamentele ciudate pentru realitatea virtuală. DirectPlay face legătura între PC-ul dumneavoastră și aplicațiile care rulează printr-un modem sau într-o rețea. DirectSound lucrează cu dispozitivele audio.

Deoarece DirectX nu este o componentă standard a sistemului Windows 95, cei mai mulți fabricanți de hardware care o folosesc includ driverele DirectX necesare în pachetele produselor proprii. Versiunile mai noi de Windows vor conține suport DirectX încorporat.

# Capitolul 17
# Adaptoarele de afișare

*Dispozitivul hardware care transformă impulsurile digitale ale PC-ului dumneavoastră în semnale care pot fi afișate de un monitor se numește adaptor de afișare. În timp, adaptorul de afișare a fost el însuși adaptat cererilor utilizatorilor de PC-uri, căpătând caracteristici deosebite în domeniul graficii și în lucrul cu culori, ca și o creștere a rezoluției și a gamei de nuanțe. Au fost promovate mai multe standarde – și organizații de avizare a standardelor – fiecare dintre ele îmbunătățind calitatea imaginilor afișate pe ecranul monitorului dumneavoastră. Cu toate că în viitor se preconizează chiar dispariția adaptoarelor de afișare din componența PC-urilor, acestea vor lăsa o moștenire foarte valoroasă prin standardele pe care le-au stabilit.*

Caracteristicile de bază ale unui adaptor de afișare (placă de grafică)

| *Caracteristică* | *Scurtă descriere* |
|---|---|
| Accelerator | Cipul care efectuează munca de generare a imaginilor pe ecran. Tipul cipului (2D sau 3D, dar și producătorul și modelul) stabilește în ultimă instanță performanțele sistemului video. |
| Memorie | Folosită de accelerator pentru crearea și stocarea imaginii afișate pe ecran. Cu cât este mai multă, cu atât este mai bine, deoarece permite mai multe culori și rezoluții mai ridicate. Cele mai multe dintre PC-urile moderne au în configurația de bază minimum 4 MB de memorie de afișare. |
| Lățime de bandă | Limita electronică pentru semnalele video care pot fi afișate. Lățimile mai mari de bandă permit sistemului video să afișeze imagini mai clare și să le actualizeze mai des. |
| Rezoluție | Unitatea de măsură a clarității imaginii care poate fi produsă de o placă de grafică. Toate PC-urile încep să lucreze de la o rezoluție de 640x480 pixeli (VGA) și pot ajunge până la 1600x1200 pixeli. |
| Interfață de magistrală | Modul de legare a sistemului video de restul circuitelor din PC-ul dumneavoastră. Interfețele de magistrală mai rapide permit actualizări mai rapide ale ecranului. Standardul minim de plecare este interfața PCI. AGP este mai bună (și de obicei este considerată standard), însă variantele AGP 2x și 4x îmbunătățesc și mai mult performanțele sistemului. |
| Interfață video | Modul de legare a plăcii de grafică la monitorul dumneavoastră. Cele mai multe PC-uri folosesc acum ieșiri analogice printr-un conector VGA, însă interfețele digitale devin populare pentru displayurile plate. |

Nu este nevoie de prea multă îndemânare sau de circuite foarte complexe pentru a obține lumină cu ajutorul unor semnale electronice. La prima vedere, nu sunt necesare decât un bec electric și un deget care să apese pe un întrerupător. Însă în spatele acestei operații simple, lucrurile sunt mult mai greu de înțeles. Imaginați-vă că trebuie să gestionați un milion de becuri electrice, fiecare fiind controlat printr-un întrerupător cu rezistență reglabilă (deci nu prin comutator obișnuit) și trebuie să modificați cu precizie starea fiecăruia de cincizeci de ori pe secundă.

Desigur, chiar pentru acest gen de operații complexe ați achiziționat calculatorul. Însă nu orice calculator poate efectua astfel de operații. Pentru a controla un spectacol de lumini este nevoie de un set de circuite speciale. Acestea nu se ocupă doar de aprinderea și de stingerea luminilor și de reducerea intensității lor atunci când este cazul, ci trebuie să rețină și cum ar trebui fiecare setată. Pe lângă operațiile amintite, trebuie să construiască, să vizualizeze și să deseneze anumite combinații de lumini. Într-un PC modern, toate aceste funcții sunt îndeplinite cu pricepere de adaptorul de afișare; acesta este format dintr-un set de circuite care realizează legătura dintre semnalele digitale ale calculatorului și cele care controlează monitorul. În cele mai multe mașini, adaptorul de afișare are ca reprezentare fizică o placă specială de extensie, a cărei principală funcție este realizarea imaginilor grafice (ca urmare, adaptorul de afișare este denumit adesea placă de grafică). Plăcile de grafică mai sunt numite și *plăci video* pentru că transmit semnalele într-o formă asemănătoare (dar nu identică) celor folosite de sistemul video de la domiciliul dumneavoastră. PC-urile portabile nu au plăci video – în general aceste tipuri de calculatoare nu posedă nici un fel de placă de extensie – însă includ pe plăcile de bază circuite care îndeplinesc rolul adaptorului de afișare.

Indiferent de nume, circuitele care formează adaptoarele de afișare au aceeași funcție – controlul. Adaptorul controlează fiecare pixel care apare pe monitorul calculatorului dumneavoastră. Însă mai trebuie luat în calcul încă un element esențial. Nu este valabil orice fel de control. Dacă dați unei camere pline de maimuțe controlul asupra unui milion de întrerupătoare cu rezistență reglabilă pentru becuri (desigur, veți avea nevoie de o cameră foarte mare sau de o rasă nouă de maimuțe, mai mici și sociabile), rezultatele obținute s-ar putea să fie interesante – dar s-ar putea să fie obținute abia după ce maimuțele vor rescrie operele lui Shakespeare. Ansamblul de circuite care formează adaptorul de afișare organizează imaginea, ajutându-vă să obțineți ceva clar din haosul de impulsuri digitale din PC. Pe scurt, adaptorul de afișare vizualizează „ideile“ calculatorului într-o imagine care are sens pentru dumneavoastră.

Secretul capacității de organizare și comunicare a adaptorului de afișare este standardizarea – adică regulile care permit calculatorului dumneavoastră și circuitelor video ale acestuia să cunoască metoda corectă de control al imaginii afișate pe monitor. Producătorii de calculatoare realizează circuitele de afișare în conformitate cu anumite standarde industriale, iar programatorii scriu aplicații compatibile cu acestea. Standardele controlează calitatea imaginilor pe care le vedeți – în special culorile, rezoluția și reîmprospătarea. Producătorii de plăci video fac tot posibilul să realizeze circuite de cea mai mare viteză care să respecte aceste standarde. Ei depun cele mai mari eforturi pentru a realiza produse standardizate, compatibile, deoarece standardele oferă regulile care trebuie respectate de toată lumea. Cererile dumneavoastră (viteză mai mare și calitate mai bună) au determinat industria de PC-uri să schimbe repetat standardele hardware și apoi să ajungă într-un domeniu nou, unde standardele hardware tradiționale deja nu mai contează.

Nivelul de bază pentru sistemul de afișare al unui PC modern se numește VGA, după standardul de avangardă Video Graphics Array introdus de IBM în 1987. Această rămășiță istorică rămâne modul prestabilit pentru aproape toate sistemele video din calculatoarele personale. Porniți PC-ul și observați că acesta își începe „viața“ ca un sistem VGA. Trecerea la rezoluția stabilită se face numai după ce sistemul de operare încarcă propriile drivere video. Primul ecran pe care îl vedeți, de obicei ecranul de pornire a sistemului Windows, care vă semnalează contribuția dumneavoastră la realizarea averii lui Bill Gates, este afișat prin contribuția sistemului VGA. Când nu mai

funcționează ceva și PC-ul bazat pe Windows pornește în modul de siguranță, ceea ce vedeți pe ecran se numește VGA. Oricât de mult ați dori, nu puteți să scăpați de VGA.

Însă VGA este încă numai pentru începători. Exceptând cele mai modeste sisteme de tip notebook, toate PC-urile contemporane tind mai sus. Cele mai bune sisteme de afișare plasează pe ecran de șase ori mai multe detalii, în mai multe culori decât puteți dumneavoastră să numiți (sau chiar să deosebiți). Dacă sunteți atent când alegeți, puteți să obțineți pe ecranul PC-ului o imagine mai bună decât în filme. Și chiar așa trebuie să fie, pentru că acele filme sunt făcute tot de PC-uri.

# Elemente de bază

De la apariția pe piață a PC-ului, adaptoarele de afișare și standardele de afișare au evoluat în paralel. Programatorii le-au urmat foarte aproape, dar au impus deseori o evoluție mai rapidă. În timp, în lume au apărut mai multe standarde; toate au fost promovate ca mari realizări, au fost adoptate imediat în industria calculatoarelor, apoi au intrat în declin și au lăsat grupurile de susținători să privească neajutorați noile inovații. Datorită acceptării generale a sistemului Windows, standardele hardware și-au pierdut din importanță. În acest moment, compatibilitatea dintre programele dumneavoastră și sistemul de afișare este controlată de driverele software.

În perioada de început, singura metodă prin care vă puteați asigura că programele pot lucra cu sistemul de afișare era să vă convingeți că PC-ul dumneavoastră respectă un standard hardware acceptat. Producătorii de adaptoare de afișare au respectat standardele industriale *de facto* pentru orice, de la locațiile de memorie la adresele de port și la fonturile folosite de generatorul de caractere. Însă standardele nu au mai progresat. Pentru a obține imagini mai bune pe ecran, fabricanții au „împins“ standardele de la spate.

Totuși, problemele de compatibilitate electrică nu pot fi trecute cu ușurință pe hârtie. Un adaptor de afișare trebuie să fie conectat electric atât cu PC-ul, cât și cu monitorul. Evoluția standardelor hardware pentru aceste conexiuni a făcut posibil ca la introducerea în PC a aproape orice tip de monitor să fie afișată o imagine pe ecran. Însă pentru obținerea celor mai bune imagini – cele mai clare, mai colorate și cu cea mai mare viteză de afișare – este necesară alegerea atentă a standardelor.

## Istoric

Deși pentru ochii spectatorilor era ceva extraordinar, ecranul primului PC putea să placă numai unui entuziast – texte fantomatice de culoare verde care se deplasau încet la derularea ecranelor, imagini grafice foarte simple de tip bloc, adică tipul de lucruri pentru care v-ați considerat prea matur atunci când ați trecut de la creioane la stilouri. Cel mai bun lucru care se putea afirma despre primul model de sistem de afișare, *adaptorul de afișare monocrom* (*Monochrome Display Adapter* sau MDA) – pe care IBM l-a introdus în anul 1981 în primul PC – era că nu v-au preocupat niciodată necesitățile dumneavoastră reale. Nici măcar nu trebuia să vă faceți probleme de compatibilitate – sau de alte nimicuri cum sunt arta, culorile, estetica sau creativitatea. Mai târziu, în anul 1982, IBM a realizat *adaptorul color de grafică* (*Color Graphics Adapter* sau CGA), creând astfel un sistem de afișare total diferit, incompatibil cu dispozitivele MDA, însă compatibil (în general) cu produsele software de pe PC-uri. Această tranziție a stabilit practic regula de bază pentru toate modificările din viitoarele sisteme de afișare pentru PC-uri. Practic toate standardele noi respectă compatibilitatea cu modelele anterioare. Chiar dacă schimbați sistemul de afișare, vechile programe software vor continua să funcționeze.

Nevoia de a realiza acest nivel de compatibilitate a fost o provocare permanentă pentru proiectanții de componente hardware în obținerea de produse noi. De asemenea, această regulă a determinat ca o serie de elemente din standardele MDA și CGA să fie păstrate și de ultimele versiuni de sisteme de afișare din cele mai noi modele de PC-uri. Dacă ați testa un program pentru PC scris în anul 1981, noul dumneavoastră model de PC nu ar ezita nici un pic în prelucrarea și afișarea pe ecran a imaginilor proiectate pentru echipamente hardware mai vechi.

Următorul pas parcurs de IBM în materie de standarde video pentru PC-uri a fost *adaptorul de grafică îmbunătățit* (*Enhanced Graphics Adapter* sau EGA), introdus pe piață în anul 1984. EGA combina pe o singură placă atât interfața monocromă, cât și interfața color, însă la un moment dat putea fi folosită numai una dintre ele (pentru a activa unul sau altul dintre moduri, era necesară modificarea comutatoarelor pe placă) și permitea obținerea de imagini grafice cu rezoluție mai mare. Acest adaptor funcționa și cu monitoarele realizate special pentru unul dintre standardele MDA sau CGA, și cu propriile monitoare de rezoluție mai mare, incompatibile cu vechile standarde. Privind retrospectiv, acest produs a fost un fel de combinație dintre un autoturism și un vas cu aburi, la care s-a adăugat un motor suspendat. S-a dovedit a fi un produs deja terminat din punct de vedere tehnologic. Deși sistemele de afișare contemporane pot lucra cu produse software scrise special pentru standardul EGA, pentru modelul hardware al acestui standard s-a păstrat doar un interes istoric.

Standardul *Video Graphic Array* sau VGA, introdus de compania IBM în anul 1987, a reprezentat o regândire completă a tehnologiei de afișare – suficient de profundă și de avangardistă pentru a reprezenta și astăzi modelul de bază pentru toate adaptoarele de afișare moderne. Dacă desfaceți PC-ul și îi lăsați doar o configurație minimală, fără nici un fel de sistem de operare, fără drivere, fără accelerator de grafică, veți vedea ce este VGA. S-ar putea ca unele calculatoare laptop să nu respecte acest sistem de afișare. Însă standardul VGA a constituit o fundație solidă, pe baza căreia a fost realizată tehnologia grafică din zilele noastre. A rămas singurul standard stabil pentru sistemele de afișare ale PC-urilor.

Nu se poate afirma că nu s-a încercat și realizarea altor standarde hardware. IBM a creat alte două sisteme hardware care extind standardul VGA. Sistemul de afișare *8514/A*, cunoscut numai după numărul de model al plăcii video folosite inițial de IBM, a fost introdus în anul 1987 împreună cu VGA, ca o alternativă pentru dispozitivele cu rezoluție ridicată. Acest standard nu s-a bucurat de prea multă apreciere deoarece componentele sale hardware foloseau un monitor pâlpâitor cu întrețesere (vezi Capitolul 18, „Displayurile") și pentru că, dintr-o mândrie prost înțeleasă, IBM a refuzat inițial să dezvăluie detalii despre această operațiune. În anul 1990, după ce compania a îmbunătățit standardul 8514/A și a creat *Extended Graphics Array* sau XGA, noul standard a fost adoptat și de alte firme. Însă, spre deosebire de cazul 8514/A, IBM a dezvăluit totul despre acest nou standard, cu speranța că XGA va deveni un standard deschis.

Există două elemente care au fost păstrate din modelul XGA. Ca și 8514/A, XGA a fost un sistem video accelerat. Acest standard a netezit calea pentru acceleratoarele de grafică din zilele noastre și pentru acceleratoarele 3D. Comenzile prin care era controlat acest adaptor reprezintă și acum nucleul de instrucțiuni de bază pentru cele mai multe dispozitive hardware de afișare accelerate. Uneori, numele XGA este folosit și pentru a descrie sistemele video cu rezoluția de 1024 pe 768 pixeli. Este o utilizare incorectă a numelui, deoarece caracteristica definitorie a standardului XGA (cel puțin atunci când a fost introdus) a reprezentat-o interfața software de comenzi grafice.

Lipsa oricărui standard de stabilire a unui prag peste nivelul de rezoluție de bază VGA nu a împiedicat producătorii de plăci video să testeze și alte niveluri de rezoluție, mai ridicate. Când au creat produse noi, ei au urmărit în primul rând să copieze foarte corect caracteristicile VGA și abia după aceea să adauge propriile lor extensii, cu nivelurile de rezoluție și frecvențele de operare proprii. În scurt timp, aceste plăci VGA extinse au devenit cunoscute sub numele SuperVGA, deși doar componenta VGA semăna cu standardul propriu-zis. La rezoluții mai ridicate, aproape toate aceste tipuri de adaptoare erau incompatibile între ele, și aveau nevoie de drivere speciale pentru DOS și pentru orice aplicații pe care doreați să le folosiți în modul VGA. Cele mai multe dintre produse operau la o rezoluție de 800x600 pixeli, iar multe atingeau nivelul de 1024x768. Nivelul de rezoluție care putea fi folosit practic constituia o altă problemă. La fel ca produsele software, și monitorul trebuia adaptat la placa video.

Cu toate aceste neplăceri, rezoluția nu a constituit o problemă așa de mare cum era sincronizarea semnalelor. Neavând la dispoziție un standard după care să se ghideze, producătorii de plăci video au ales pentru sincronizarea semnalelor video proprii – adică pentru relația dintre impulsurile de sincronizare și începutul imaginii – valoarea pe care au considerat-o corespunzătoare. Diferențele de sincronizare s-au transformat în diferențe de poziție a imaginii video pe ecranul monitorului. Cu toate că monitoarele cu frecvență de baleiere multiplă (multiscanning), care au pătruns în forță pe piața de calculatoare, ar putea recunoaște mai multe niveluri de rezoluție, ele nu pot deosebi diferențele de sincronizare. Din cauza acestor diferențe, imaginea creată de o placă video poate să apară drept în centrul unui ecran de monitor, în formă de pătrat, iar imaginea creată de o altă placă video își poate pierde marginea din dreapta dincolo de limita ecranului. Și mai neplăcut este că schimbarea valorii rezoluției poate modifica foarte mult poziția imaginii. Primul efect al acestei probleme este că la fiecare schimbare a nivelului de rezoluție trebuie să umblați la butoanele de dimensionare și poziționare a imaginii pe monitor – în cazul în care monitorul dumneavoastră are aceste butoane.

Foarte puțini utilizatori au acceptat acest sistem. Cei mai mulți însă s-au conformat și au învinovățit producătorii de monitoare. Din punctul lor de vedere, monitoarele erau dispozitivele care trebuiau modificate. Industria de echipamente video avea nevoie de un standard de sincronizare, iar forța care a impus acest standard a fost, natural, liderul din momentul respectiv al producătorilor de monitoare cu frecvență de baleiere multiplă, compania NEC Technologies. În anul 1987, în timp ce stătea în bucătăria casei și împacheta vesela pregătindu-se să se mute din California la Chicago, Jim Schwabe de la NEC a avut ideea de a crea o nouă organizație a companiilor de echipamente video, care să stabilească un set de standarde de sincronizare. El a propus chiar și numele acestui grup de lucru, Asociația pentru Standarde Electronice Video (*Video Electronics Standards Association* sau VESA).

În primii trei ani de existență, în asociația VESA au intrat aproape toți producătorii de adaptoare de afișare, majoritatea producătorilor de monitoare și chiar multe companii de calculatoare, cum ar fi IBM și Compaq. VESA a devenit foarte rapid un adevărat forum pentru industria dispozitivelor de afișare. Toate standardele hardware apărute după VGA și recunoscute pe scară largă în industria de PC-uri au fost dezvoltate de VESA.

VESA a rezolvat problema sincronizării publicând un set de standarde Discrete Monitor Timing, care, pe lângă definirea ratelor de sincronizare la diferite niveluri de rezoluție, specifică detaliile de coordonare relativă a semnalelor de sincronizare și de imagine în scopul garantării unei poziționări standardizate a imaginii. Pentru a realiza legătura dintre software și modurile video de rezoluție ridicată, organizația a dezvoltat *VESA*

*BIOS Extensions* sau VBE, prin care programele pot determina caracteristicile plăcilor video și modalitatea de acces la modurile de rezoluție ridicată. În plus, organizația VESA a lansat pe piață primul standard de magistrală locală și a dezvoltat interfețe interne pentru seturile de circuite multimedia din interiorul PC-urilor. Și în zilele noastre, VESA continuă să dezvolte noi standarde pentru sincronizarea și conectarea sistemelor video.

După ce VESA a rezolvat majoritatea problemelor hardware mai vechi, a apărut nevoia de standardizare pentru cele mai noi tehnologii de afișare din prezent – acceleratoarele de grafică 2D și 3D. Produsele dumneavoastră software trebuie să fie capabile să înțeleagă seturile de instrucțiuni care controlează acceleratoarele. Acest proces este realizat acum de sistemul de operare al calculatorului, care pentru majoritatea utilizatorilor este Windows. Ca urmare, Windows a readus standardul video pentru PC-uri la forma sub care a fost realizat și cunoscut inițial: ca interfață software.

## Tipuri de plăci video

Arhitectura PC-ului cere ca fiecare placă video să conțină practic două plăci în una singură. Pentru a asigura funcționarea corectă la pornirea PC-ului, toate plăcile video trebuie să fie compatibile VGA. În momentul încărcării sistemului de operare, placa video trebuie să opereze în cel mai simplu mod – un mod compatibil cu toate programele software pentru PC-uri scrise de-a lungul timpului. Toate PC-urile pornesc în modul VGA și rămân în acest mod până când sistemul de operare încarcă driverele software corespunzătoare, care comută sistemul de afișare într-un mod de operare cu rezoluție ridicată. Dacă se petrece ceva anormal și sistemul dumneavoastră nu poate încărca driverele proprii, calculatorul rămâne în modul VGA pentru a ajuta utilizatorul să remedieze defecțiunea. De exemplu, modul de siguranță din Windows 95 operează în modul VGA fără a fi nevoie să fie încărcate alte drivere speciale.

În modul normal de operare nu mai contează standardele de compatibilitate hardware convenționale. Driverele realizează legături între orice fel de echipamente, indiferent de tipul lor. Compatibilitatea înseamnă că aveți un driver care se potrivește și cu placa video și cu sistemul de operare. Dacă este respectată această cerință minimă, totul va funcționa perfect.

Acest model a oferit producătorilor de plăci video libertatea deplină în realizarea unor produse foarte performante, de rezoluție ridicată. De asemenea, modelul stă la baza acceleratoarelor de grafică 2D și 3D. Din această cauză, standardele video convenționale au devenit mai puțin importante. Pentru a lucra în modurile de rezoluție ridicată, producătorii de plăci pot alege orice resurse de sistem (porturi I/O și adrese de memorie) și orice set de comenzi doresc să folosească.

Adaptoarele de afișare folosite de PC-urile construite în ultimul deceniu pot fi clasificate în una dintre următoarele patru categorii:

Plăci **VGA**, adică plăcile video de bază, care acceptă standardul VGA folosind un buffer de cadre simplu și nimic altceva

Plăci **Super VGA (SVGA),** care respectă standardele VESA pentru rezoluții ridicate, însă folosesc buffere de cadre simple și nu includ acceleratoare de grafică

Plăci **acceleratoare de grafică,** ce operează cu comenzi de desenare 2D și permit obținerea de rezoluții ridicate

Plăci **acceleratoare 3D,** care operează cu comenzi 3D.

PC-urile moderne se bazează aproape exclusiv pe acceleratoare 3D. Fiecare dintre cele patru tipuri de plăci din listă este compatibil cu modelele anterioare. Aceasta înseamnă că un accelerator grafic 3D acceptă și comenzi de desenare 2D, dar și modurile de bază Super VGA și VGA – și probabil lucrează mai bine cu acestea pentru că produsul 3D beneficiază de avantajele unei tehnologii mai noi. Diferența de preț dintre cipurile acceleratoare 2D și 3D este nesemnificativă, astfel că tehnologia 3D este opțiunea evidentă.

Bufferele de cadre simple, care au dimensiuni mici, sunt destul de vechi, însă nu pot fi ignorate. Le veți găsi în PC-urile mai vechi și vă veți da seama că aceste tehnologii sunt incluse chiar și în ultimele modele de plăci de afișare. Merită să le acordați atenție, însă nu pentru o perioadă prea lungă.

Termenul „Super VGA“ este cunoscut în general ca un indicator al rezoluției video. În această terminologie, un sistem video Super VGA sau SVGA (care se găsește de obicei într-un calculator notebook) produce o rezoluție de 800x600 pixeli.

# Circuitele

Sistemul de afișare din PC se prezintă de obicei sub forma unei plăci video (sau de grafică). Există și PC-uri care integrează funcțiile plăcii video chiar pe plăcile de bază, însă ansamblul de circuite și chiar conexiunea logică sunt realizate ca și cum ar fi plasate pe o placă video separată.

Sistemul de circuite video îndeplinește aceleași funcții indiferent de locul în care este plasat. Prima funcție este crearea în bufferul propriu de cadre (sau în memoria principală pentru sistemele care folosesc arhitectura unificată de memorie – Unified Memory Architecture) a imaginii care va fi afișată de PC-ul dumneavoastră pe ecran. Urmează apoi rasterizarea imaginii mapate în memorie și conversia semnalelor digitale în format analogic, compatibil cu monitorul.

Pentru îndeplinirea acestor funcții, plăcile video moderne includ în mod normal cinci circuite importante, însă există și modele de plăci cu mai puține elemente. Cipul *accelerator de grafică* are rolul de a construi imaginea; el primește comenzi de la programul software și plasează valorile corespunzătore ale pixelilor în bufferul de cadre. Prin construcție, plăcile VGA și Super VGA nu au cipuri acceleratoare și lasă în seama microprocesorului construirea imaginii. *Memoria* este utilizată pentru formarea bufferului de cadre, care înregistrează imaginea creată pe placă. Un alt cip, *controllerul video*, citește imaginea din bufferul de cadre și o convertește în format de tip rastru. După această operațiune, valorile digitale în format de tip rastru sunt preluate de un cip *RAMDAC*[1] și convertite în semnale analogice de niveluri corespunzătoare. În final, există o memorie *BIOS video* care păstrează codul de extensie ce implementează funcțiile VGA și Super VGA și permite plăcii să lucreze și fără driverele speciale instalate de sistemul de operare.

## Cipurile acceleratoare

Dintre toate cipurile de pe o placă video, acceleratorul de grafică este cel mai important. Alegerea tipului acestui circuit determină practic comenzile pe care le poate înțelege placa – de exemplu, dacă placa poate efectua funcții 3D cu ajutorul circuitelor proprii

1 RAMDAC – acronim pentru Random Access Memory Digital-to-Analog Converter (convertor digital-analogic cu memorie RAM). Este un cip instalat la unele adaptoare video VGA sau SVGA pentru a translata reprezentarea digitală a pixelilor în informații analogice, utilizate de monitoare la afișare. (n. trad.)

sau depinde de microprocesorul PC-ului. Viteza de operare a cipului accelerator determină rapiditatea cu care sistemul dumneavoastră poate construi cadrele de imagini. Această caracteristică de performanță se traduce direct în viteza de răspuns a sistemului la o comandă de modificare a imaginii de pe ecran (de exemplu, derularea unui meniu) sau în numărul de cadre afișate la redarea unui clip video. De asemenea, acceleratorul de grafică limitează cantitatea și tipul de memorie din bufferul de cadre, ca și nivelurile de rezoluție ale imaginilor pe care PC-ul dumneavoastră le poate afișa (și alte circuite de pe placa video pot impune astfel de limite). Pe scurt, acceleratorul de grafică este cel mai important cip din întregul sistem video.

Trebuie spus însă că acceleratorul este opțional, atât fizic, cât și logic. Plăcile video mai vechi nu au acceleratoare de grafică, și de aceea se spune că nu sunt „accelerate". Aceasta înseamnă că microprocesorul PC-ului trebuie să execute toate instrucțiunile de desenare. Totuși, nici chiar plăcile cu acceleratoare nu pot crește viteza de execuție pentru toate operațiile video. Este posibil ca placa să nu recunoască anumite comenzi pentru efectuarea unor taskuri video sau ca driverul plăcii să nu poată apela toate funcțiile acceleratorului de pe placa video. În astfel de cazuri, funcțiile de desenare vor fi executate de un strat de emulare a hardware-ului (Hardware Emulation Layer) din sistemul de operare – ceea ce înseamnă că toată munca de desenare a acceleratorului va fi preluată de microprocesor.

Rețineți că instrucțiunile MMX ale noilor microprocesoare Intel se suprapun peste funcțiile acceleratoarelor de grafică. Extensiile SIMD[1] cresc performanțele pentru cele mai multe operații de grafică, fiind complementare tehnologiei MMX. În PC-urile care folosesc arhitectura unificată de memorie (Unified Memory Architecture), aceste tehnologii pot înlocui un accelerator de grafică dedicat. În PC-urile cu buffere de cadre, metodele amintite operează împreună cu acceleratorul de grafică. Ele cresc capacitatea PC-ului dumneavoastră de a determina aspectul imaginilor, de exemplu decomprimând imaginile memorate sau calculând modelele cu structură de sârmă pentru un program de proiectare asistată. Pe baza datelor determinate de microprocesorul PC-ului, acceleratorul de grafică desenează imaginea finală care va apărea pe ecran.

## Elemente de bază

Acceleratorul de grafică este urmașul unei tehnologii mai vechi de cipuri, *coprocesorul de grafică*. Fiind o încercare timpurie de creștere a vitezei de lucru a sistemului de afișare, coprocesorul de grafică a fost introdus ca un microprocesor suplimentar specializat pentru efectuarea comenzilor referitoare la partea video a sistemului.

Coprocesorul de grafică a crescut viteza sistemului de afișare pe trei căi. Deoarece efectua toate operațiile de desenare și de prelucrare a imaginii fără a cere intervenția microprocesorului, coprocesorul permitea acestuia să trateze alte procese. Fiind optimizat pentru prelucrarea video, coprocesorul de grafică putea efectua cea mai mare parte dintre operațiile cu imagini mai repede decât microprocesorul, chiar dacă acesta își dedica tot timpul de lucru prelucrării de imagini. De asemenea, coprocesorul de grafică elimina gâtuirile de pe magistrala de date care reduceau performanțele video (în perioada dezvoltării tehnologiei coprocesorului de grafică). Când microprocesorul efectua funcții de desenare, trebuia să transfere fiecare bit adresat monitorului prin magistrala de extensie – la momentul respectiv, magistrala ISA, care era lentă. Coprocesorul de grafică a fost conectat direct la bufferul de cadre și putea astfel să

1 SIMD – acronim pentru Single-Instruction, Multiple-Data stream processing (prelucrarea pe fluxuri de date multiple și un singur flux de instrucțiuni). (n. trad.)

transfere octeți în și din buffer fără să îl intereseze viteza de lucru de pe magistrala de date a sistemului. Microprocesorul era obligat în continuare să transmită comenzile de desenare de nivel înalt pe vechea magistrală de extensie. Coprocesorul de grafică putea efectua comenzile primite direct prin conexiunea la bufferul de cadre.

Piața de stații de lucru a impulsionat dezvoltarea coprocesorului de grafică. Producătorii de microprocesoare au modificat modelele de cipuri de uz general și au creat produse care erau adaptate în special pentru prelucrarea imaginilor video. Deoarece pe piața de stații de lucru au apărut platforme hardware diferite pe care rulau produse software diferite, coprocesorul de grafică trebuia să fie cât mai flexibil posibil – adică programabil, la fel ca strămoșul său, microprocesorul.

Aceste coprocesoare au sprijinit revoluția PC-urilor prin efectuarea de aplicații care cereau operații grafice de înaltă performanță. Însă acceptarea în masă a sistemului Windows a făcut ca aproape fiecare PC să lucreze foarte mult în modul de grafică. Coprocesorul de grafică a fost uitat pe măsură ce producătorii de cipuri s-au dedicat implementării unor funcții specifice sistemului Windows și au renunțat la ceea ce nu mai era necesar – programabilitatea. Rezultatul a fost realizarea unui coprocesor de grafică având o funcție fixă, adică exact aceeași tehnologie care este cunoscută mai bine cu numele de accelerator de grafică.

Coprocesoarele de grafică nu au pierit, ci au intrat în „programul de protecție a martorilor". Ultima generație de cipuri denumite în trecut coprocesoare sunt numite acum *procesoare de semnale digitale* (*Digital Signal Processors)* și sunt exploatate în aplicațiile video specializate, unde se cer performanțe ridicate.

Cea mai recentă descoperire a tehnologiei de accelerare grafică este *acceleratorul 3D*. Acest produs nu aduce noutăți deosebite; este un coprocesor de grafică specializat (cu funcție fixă), care are capacitatea de a efectua cu ajutorul circuitelor hardware proprii majoritatea funcțiilor 3D uzuale. Așa cum un accelerator de grafică obișnuit crește viteza de desenare și de lucru cu ferestre, acceleratorul 3D mărește viteza de efectuare a operațiilor de randare 3D.

La fel ca microprocesoarele, acceleratoarele de grafică și 3D sunt realizate într-o gamă largă de modele, având niveluri de performanță și caracteristici diferite. În mod obișnuit, fiecare producător de acceleratoare de grafică are o linie completă de produse, variind de la cipurile de bază, care au performanțe medii și sunt proiectate special pentru plăcile video mai ieftine, până la mai puternicele produse 3D, care au caracteristici de performanță și rezultate la testele de evaluare mult peste pretențiile competitorilor și, deseori, peste realitate.

Primele acceleratoare de grafică având funcție fixă mai semnificative au fost produse de firma S3 Corporation. Compania consideră că numele său se pronunță S-la-cub însă în general se folosește expresia S-trei (numele provine de la Solid State Systems). Cipul 86C911 produs de această companie stabilește nivelul pentru prima generație de acceleratoare. Ca principiu de realizare, cipul a reprezentat implementarea hardware a celor mai semnificative caracteristici ale aplicațiilor Windows, preluate din setul de instrucțiuni al coprocesorului IBM Extended Graphics Array (XGA). Circuitul 86C911 al companiei S3 a fost proiectat pentru a lucra cu magistrala ISA și folosea arhitectura pe 16 biți – atât intern, cât și în relația cu memoria VRAM proprie plăcii (care avea limita maximă de 1 MB). Cu toate că putea atinge rezoluții de până la 1280x1024, performanțele de culoare erau limitate de conexiunea RAMDAC.

Au existat și alți producători care au realizat cipuri pe 16 biți, însă majoritatea au trecut direct la producerea cipurilor pe 32 de biți, din a doua generație de acceleratoare. Competiția s-a generalizat curând și au fost proiectate magistrale interne de dimensiuni din ce în ce mai mari, ajungându-se până la 128 de biți. În prezent, cele mai multe cipuri sunt realizate într-o tehnologie de cel puțin 64 de biți, atât în ceea ce privește prelucrarea internă a datelor, cât și pentru accesul la bufferul de cadre.

## Caracteristici

Biții nu reprezintă totul. Performanțele și calitatea semnalelor de ieșire ale unui accelerator de grafică depind de mai multe variabile de proiectare. Cele mai importante dintre acestea sunt dimensiunea regiștrilor folosiți pentru prelucrarea datelor video, dimensiunea și tehnologia memoriei, capacitatea cipului de a suporta diferite niveluri de rezoluție și culoare, frecvența nominală a cipului, lățimea de bandă a conexiunii cu PC-ul și monitorul, profunzimea culorii și mărimea setului de comenzi, ca și modul în care aceste comenzi sunt exploatate de produsele software. Diferența de bază, care este la fel de importantă ca acceptarea sistemelor de operare grafice, este dată de modul în care acceleratorul tratează semnalele VGA standard.

### Lățimea regiștrilor

Acceleratoarele de grafică operează la fel ca microprocesoarele dedicate unui singur scop și au aproximativ aceeași arhitectură internă. Aceleași opțiuni de proiectare care stabilesc puterea unui microprocesor influențează acum și performanțele cipurilor acceleratoare de grafică. Lățimea registrului intern al unui accelerator de grafică stabilește numărul de biți cu care cipul poate opera simultan. La fel ca în cazul microprocesoarelor, cantitatea de date care pot fi prelucrate simultan crește direct proporțional cu lățimea regiștrilor interni.

Tipul de date de bază pentru operațiile grafice moderne este de 32 de biți; aceasta este cerința modului True Color pe 24 de biți cu un canal alfa. Însă cele mai multe acceleratoare de grafică și 3D lucrează cu dimensiuni ale regiștrilor cel puțin duble și astfel pot prelucra de două (sau de patru) ori mai mulți pixeli simultan, pe blocuri.

Datorită faptului că acceleratorul de grafică sau 3D determină separarea sau izolarea sistemului de circuite video din PC-ul dumneavoastră, nu mai contează lățimile de magistrală și de date utilizate de celelalte circuite ale PC-ului. Regiștrii mai mari din acceleratoarele de grafică funcționează la fel, indiferent dacă rulează un sistem de operare pe 16 biți (DOS, Windows 95 și Windows 98) sau pe 32 de biți (Windows NT și Windows 2000), indiferent de tipul microprocesorului sau de tipul magistralei la care se cuplează placa video.

### Tehnologia memoriei

Acceleratoarele de grafică pot fi proiectate să folosească memorie dinamică standard (DRAM), memorie video cu două porturi (VRAM) sau alte tipuri de memorii. Memoria de tip VRAM oferă performanțe mai bune pentru că are capacitatea de a efectua simultan cele două operații de bază (scriere și citire, corespunzătoare cu actualizarea imaginii și scrierea pe ecran). VRAM este însă mult mai scumpă decât DRAM. Deși prețurile la memorii sunt într-o scădere continuă, mulți producători încearcă să facă economii pentru a furniza produse la prețuri mai mici.

Viteza memoriei este o caracteristică importantă în proiectarea plăcilor video datorită cantității impresionante de memorie necesară bufferelor mari de cadre, operațiilor cu două buffere, cu buffer z și altor operații 3D. Producătorii de componente video

adaptează la produsele proprii toate tehnologiile importante de memorie de mare viteză. În următorii câțiva ani, se pare că industria de specialitate va adopta memoriile de tip RAMBus datorită lățimii de bandă foarte mari. Deja au apărut pe piață câteva modele de plăci care folosesc memorii RAMBus și acestea au demonstrat viteze excelente în operațiile influențate în mod normal de viteza memoriei. Accelerated Graphic Port este optimizat pentru operații cu memorii RAMBus sau nDRAM (un tip de memorie anunțat de firma Intel, care este derivat din tehnologia RAMBus).

**Rezoluția acceptată**

Arhitectura unui accelerator grafic stabilește și cantitatea maximă de memorie care poate fi folosită pentru bufferul de cadre, care determină de fapt limitele superioare de culoare și rezoluție acceptate de un accelerator de grafică. Aceste limite pot fi restrânse însă și de alte circuite de pe placa video. În general însă, cu cât dimensiunea memoriei este mai mare, rezoluția care poate fi obținută este mai mare, iar acceleratorul poate prelucra un număr mai mare de culori.

Fiecare accelerator de grafică acceptă trei rezoluții de bază: imagini VGA standard 640x480 pixeli, SuperVGA 800x600 pixeli și 1024x768 pixeli. Pe lângă acest trio de bază, în funcție de alte restricții apărute, proiectanții plăcilor adaugă și alte rezoluții, mai mari. În afară de valorile standard superioare celor amintite mai sus (1280x1024 și 1600x1200 pixeli), unii producători introduc și valori intermediare, astfel că puteți aduce monitoarele la claritatea maximă pentru dimensiunea de memorie pe care o aveți disponibilă pentru bufferul de cadre.

**Culorile acceptate**

Multe dintre acceleratoarele de grafică folosite în prezent reprezintă soluții video complete, ceea ce înseamnă că includ și circuite RAMDAC, dar și controllere video. Circuitele RAMDAC încorporate funcționează pe baza acelorași reguli impuse cipurilor independente, despre care vom discuta în una dintre secțiunile următoare. O mare importanță o are profunzimea culorii care poate fi produsă de cipuri. Unele acceleratoare de grafică se bazează pe cipuri DAC standard în stil VGA și sunt limitate la culorile pe 18 biți permise de acest stil (câte șase biți pentru fiecare culoare primară), astfel că pot afișa pe ecran numai până la 262.144 de culori diferite. Cele mai multe modele noi de acceleratoare de grafică, având încorporate circuite DAC, acceptă modul color complet pe 24 de biți (sau pe 32 de biți), permițând afișarea a 16,7 milioane de nuanțe (în modul True Color). De asemenea, cele mai multe acceleratoare 3D depind de circuite RAMDAC externe, astfel că posibilitățile lor de prelucrare a culorilor sunt determinate mai mult de arhitectura plăcii decât de cip.

**Frecvențele**

Numărul de pixeli care trebuie plasați pe ecran crește proporțional cu rezoluția produsă de acceleratorul de grafică. La o frecvență de cadre dată, mai mulți pixeli înseamnă creșterea vitezei de producere pentru ficare pixel; rezultă o împărțire mai mică pe fiecare cadru. Ca urmare, acceleratoarele de grafică de rezoluție mai mare trebuie să fie capabile să opereze la viteze mai mari. Pentru o rezoluție de 1024x768 cu o frecvență de cadre de 75 Hz, 80 MHz este o valoare suficientă; pentru rezoluția de 1280x1024, este suficient 100 MHz (110 MHz este și mai bine); pentru o rezoluție de 1600x1200, este necesară o frecvență de 150 MHz, deși 135 MHz este suficientă pentru că actualizarea imaginilor pe ecran este limitată de valorile mai mici ale frecvenței de cadre. Dacă se solicită creșterea valorii pentru frecvența de cadre, este necesară și creșterea valorilor de frecvențe permise de acceleratorul de grafică. Există în prezent cipuri care operează la frecvențe de 180 sau 200 MHz și sunt capabile să afișeze cele mai mari rezoluții la valorile maxime ale

frecvenței de cadre – în cazul în care vă permiteți să achiziționați un monitor care poate accepta aceste semnale.

**Lățimea de bandă a magistralei**
Deși acceleratoarele de grafică și 3D minimizează nevoia sistemului dumneavoastră de a transfera cantități mari de date pe magistrala de extensie, există tipuri de imagini care pot fi construite numai prin transferul biților pe magistrală. Imaginile bitmap și imaginile video în special lucrează foarte mult cu magistrala de date a sistemului.

Primele tipuri de acceleratoare de grafică erau limitate prin arhitectură la interfețele pe 16 biți pentru că au fost proiectate înainte de apariția pe piață a tehnologiei de magistrală locală. Aceste acceleratoare trebuiau să se înțeleagă doar cu magistrala ISA și pentru acest dialog erau suficienți 16 biți. Apariția magistralelor locale a forțat noua generație de cipuri să folosească avantajele oferite de productivitatea mai mare a noii magistrale de date. Cele mai multe acceleratoare de grafică din ultima generație au interfețe complete pe 32 de biți, care le permit cuplarea la magistralele locale de date.

După introducerea în PC-uri a noilor circuite Accelerated Graphic Port, vă puteți aștepta la o dominație a interfețelor pe 64 biți. Însă o magistrală pe 64 de biți nu oferă multe avantaje dacă cipul accelerator nu se poate adapta la ea.

În afară de legătura cu magistrala sistemului, acceleratoarele de grafică trebuie să se cupleze și cu propriile buffere de cadre. Lățimea acestei conexiuni nu trebuie să fie aceeași cu cea a interfeței de magistrală. Pentru a obține performanțe mai bune, multe acceleratoare de grafică folosesc conexiuni de lățime mai mare cu propria memorie video. Cele mai multe cipuri de grafică moderne au conexiuni cu memoria de 64 sau 128 de biți.

**Sistemele de operare acceptate**
Același cip accelerator de grafică sau 3D poate avea performanțe mult diferite în cazul în care este instalat pe tipuri diferite de plăci video, chiar dacă plăcile au seturi de circuite foarte asemănătoare. Una dintre cauzele principale ale acestor diferențe de performanță dintre tipurile de plăci video nu este suportul hardware, ci suportul software. Driverele pot schimba radical performanțele unui cip accelerator de grafică. De fapt, cipul nu are decât rolul de prelucrare a instrucțiunilor. Dacă instrucțiunile sunt optimizate, performanța cipului va fi optimă. Pentru a fi folosită la performanțe maxime, o placă video trebuie să posede drivere corespunzătoare sistemului de operare pe care îl folosiți, așa cum este specificat în secțiunea „Drivere“ din Capitolul 16, „Sistemul de afișare“.

**Suportul pentru VGA**
În perioada de unu sau două minute în care sistemul pornește, înainte de încărcarea sistemului de operare și a driverelor video proprii, placa video trebuie să opereze într-un mod standard, controlat de memoria BIOS. În mod prestabilit, aproape toate plăcile video încep să funcționeze ca și cum ar fi plăci VGA standard. Ca urmare, fiecare placă video trebuie să includă în circuitele hardware proprii un tip de suport VGA. Majoritatea producătorilor de acceleratoare de grafică au integrat în cipurile lor toate funcțiile VGA de care este nevoie. Există și producători care se bazează pe cipuri externe pentru textele și imaginile VGA.

Funcțional, programele software nu observă nici o diferență între localizarea circuitelor care asigură suportul VGA și modul de asigurare a acestui suport. După ce sistemul de operare încarcă propriile drivere video, este uitat tot ce înseamnă VGA. Singura situație în care este activat modul VGA este cazul în care nu sunt încărcate driverele video, de exemplu în modul MS DOS sau la încărcarea sistemului de pe un disc DOS (însă nu

într-o fereastră DOS). Cât timp placa video oferă suport VGA, puteți lucra fără nici o problemă. În modul normal de operare al sistemului, elementele de performanță nu au o importanță deosebită.

## Controllere video

Principala funcție a unui controller video dintr-un PC desktop la care este conectat un monitor cu tub cinescop este de a aranja datele din memoria de afișare în format serial. Deseori, această conversie este la fel de încurcată ca un labirint dintr-un joc video. Asemănarea dintre harta memoriei și imaginea de pe ecran nu este decât metaforică. Liniile și coloanele în care este organizată memoria în cipurile bufferului de cadre nu au nici o legătură cu liniile și coloanele de pixeli afișați pe ecranul monitorului dumneavoastră. Octeții de informații video sunt dispersați pe mai multe cipuri sau module de memorie, fiind despărțiți pe câteva pagini logice și dotați cu facilități suplimentare de genul cursoarelor și spiridușilor. Trebuie să existe o metodă prin care toți octeții de date dispersați să poată fi organizați și trimiși către monitor. Pe lângă aceasta, și monitorul trebuie adus sub controlul calculatorului, adică să fie sincronizat pe două dimensiuni.

Controllerul video generează semnalele efective de scanare. Cu ajutorul oscilațiilor regulate ale unui cristal, controllerul generează un *semnal de ceas pentru puncte (dot clock)*, cu o frecvență egală cu cea la care vor fi scanate datele pentru pixelii care apar pe ecran. Prin divizarea frecvenței de operare de bază, controllerul obține frecvența de sincronizare pe orizontală și, din aceasta, frecvența de sincronizare pe verticală. Cu ajutorul acestor frecvențe, controllerul poate crea un semnal de monitor din care lipsesc doar datele pentru imagine. Controllerul scanează în timp real adresele de memorie atribuite fiecărui pixel de pe ecran în aceeași ordine în care va apărea fiecare pixel pe ecran. Perioada de timp în care fiecare adresă este pregătită pentru citire se potrivește cu timpul și poziția corespunzătoare valorii de pixel care apare în semnalul video final de ieșire.

În sistemele video analogice moderne pentru PC-uri, controllerul nu citește memoria direct. Datele digitale scanate de controller din memorie sunt rutate prima dată prin circuitul RAMDAC, care le convertește din format digital în format analogic. Pentru a crea semnalul video care va fi transmis la monitor, controllerul video adaugă datele analogice la semnalele scanate.

Controllerul video poate prelua datele pentru pixeli și din alte locuri decât din bufferul de cadre. Astfel, circuitele folosite de PC-uri generează cursorul care apare pe ecran în modurile de text sau pot afișa valorile binare asociate unui spiriduș. Controllerul poate crea ferestre hardware folosind metoda de rerutare a scanării.

În plus, ansamblul de circuite hardware din PC care formează controllerul video stochează valorile pentru mai multe moduri diferite de operare și pun la dispoziție metode prin care programele dumneavoastră pot selecta aceste moduri. De asemenea, controllerul de grafică din PC permite mixarea valorilor pixelilor prin diferite operații logice efectuate la nivel hardware; de exemplu, permite pixelilor unui obiect să inverseze culoarea suprafeței imaginii pe care este situat obiectul.

### Controllerul CRT

În limbajul proiectanților de PC-uri, partea din sistemul de circuite video care are rolul de a efectua operația de scanare se numește *controller CRT* pentru că semnalele pe care le generează controlează efectiv deplasarea fasciculului de electroni din tubul cinescop al monitorului (CRT). În primele tipuri de PC-uri, controllerul CRT era un circuit integrat separat, și anume circuitul 6845 realizat de firma Motorola. Acest cip nu a fost proiectat

special pentru calculatoare, însă avea funcția generală de scanare pentru orice tip de dispozitiv electronic care putea fi cuplat la un televizor sau monitor. Proiectanții care au realizat primele PC-uri au ales acest cip pentru că era un produs deja fabricat, nu era învechit și permitea o dezvoltare relativ ușoară și ieftină a plăcilor video. După un timp, majoritatea producătorilor de plăci video au trecut la proiectarea și fabricarea de controllere CRT proprii, în multe cazuri acestea făcând parte din alte circuite video ale PC-ului. Însă chiar și cele mai avansate dintre aceste cipuri emulau modelul 6845 în modurile de operare de bază. Când aplicațiile software cereau sistemului video să opereze în unul dintre modurile de bază ale PC-ului pentru a afișa texte sau imagini grafice de rezoluție scăzută, toate controllerele CRT se comportau identic la primirea instrucțiunilor hardware de bază.

Aplicațiile software comandă circuitul 6845 prin regiștrii acestuia. Programele trimit instrucțiunile prin încărcarea în regiștri a valorilor digitale corespunzătoare, iar accesul la acești regiștri se face prin porturile de intrare/ieșire ale PC-ului.

Regiștrii care controlează controllerul video 6845 sau alte cipuri echivalente dintr-un sistem de circuite video nu sunt disponibile direct pentru sistem. Acești regiștri nu sunt mapați direct la porturile calculatorului. Accesul la ei se face printr-un proces din două etape, în care sunt folosite două porturi, unul pentru selectarea registrului care trebuie accesat și unul care are rol de intrare pentru registru. În prima etapă, programul care dorește să acceseze un circuit 6845 trimite valoarea registrului respectiv în *registrul index* CRT de pe placa video. Registrul index acționează la fel ca un selector de canale la un televizor vechi (fără telecomandă), alegând pentru acces registrul corespunzător din circuitul 6845. În a doua etapă, programul trimite datele sau instrucțiunile către registrul 6845 selectat prin *registrul de control* CRT.

Amplasamentul acestor doi regiștri diferă în funcție de modul de grafică în care operează PC-ul: monocrom sau color. Registrul index se găsește la adresa 03B4(Hex) în modul de operare monocrom sau la adresa 03D4(Hex) în modul color. Registrul de control se găsește la adresa 03B5(Hex) în modul monocrom sau la adresa 03D5(Hex) în modul color.

În mod normal, dumneavoastră nu aveți de-a face cu regiștrii controllerului CRT. Rutinele BIOS se ocupă de toate modificările pe care dumneavoastră (sau aplicațiile dumneavoastră) trebuie să le efectuați în valorile de configurare ale controllerului CRT. Pentru a comanda controllerul CRT, programele nu trebuie decât să apeleze rutina BIOS corespunzătoare sau funcția sistemului de operare (care poate ajunge tot în BIOS).

La prima utilizare a controllerului 6845 în primele (și deja învechitele) plăci video din PC-uri, circuitele de pe placa video permiteau programelor software să comande 18 dintre regiștrii cipului controller. Cei 18 regiștri sunt listați împreună cu funcțiile lor în Tabelul 17.1.

**Tabelul 17.1** Regiștrii controllerului 6845 în primele sisteme de afișare pentru PC-uri

| *Numărul de registru* | *Descriere* | *Unitatea de programare* | *Tip de access* |
|---|---|---|---|
| 00H | Total pe orizontală | Caracter | Numai scriere |
| 01H | Afișare pe orizontală | Caracter | Numai scriere |
| 02H | Poziția de sincronizare pe orizontală | Caracter | Numai scriere |

*continuare*

**Tabelul 17.1** Continuare

| *Numărul de registru* | *Descriere* | *Unitatea de programare* | *Tip de access* |
|---|---|---|---|
| 03H | Lățimea de sincronizare pe orizontală | Caracter | Numai scriere |
| 04H | Total pe verticală | Rând | Numai scriere |
| 05H | Corecție total pe verticală | Linie de scanare | Numai scriere |
| 06H | Afișare pe verticală | Rând | Numai scriere |
| 07H | Poziția de sincronizare pe verticală | Rând | Numai scriere |
| 08H | Modul de întrețesere | Nu are | Numai scriere |
| 09H | Adresa maximă a liniei de scanare | Linie de scanare | Numai scriere |
| 0AH | Poziția de start a cursorului | Linie de scanare | Numai scriere |
| 0BH | Poziția de sfârșit a cursorului | Linie de scanare | Numai scriere |
| 0CH | Adresa de start (valoarea superioară) | Nu are | Numai scriere |
| 0DH | Adresa de start (valoarea inferioară) | Nu are | Numai scriere |
| 0EH | Cursor (valoarea superioară) | Nu are | Citire/scriere |
| 0FH | Cursor (valoarea inferioară) | Nu are | Citire/scriere |
| 10H | Creion optic (valoarea superioară) | Nu are | Numai citire |
| 11H | Creion optic (valoarea inferioară) | Nu are | Numai citire |

În sistemul VGA, funcția cipului 6845 a fost preluată de circuitele controllerului CRT situat într-un cip video dedicat proiectat în special pentru realizarea monitoarelor pentru PC-uri. Sistemul VGA a modificat o parte dintre adresele atribuite regiștrilor pe primele modele de plăci video pentru a elimina funcțiile nefolosite (de exemplu, suportul pentru creion optic) și a adăugat un plus de flexibilitate dând control asupra unui domeniu mai larg de parametri. Folosind același sistem în doi pași de mapare a regiștrilor la port, modelul VGA oferă acces la 24 de regiștri ai controllerului CRT. În Tabelul 17.2 sunt listate adresele atribuite acestor regiștri.

**Tabelul 17.2** Regiștrii controllerului CRT în sistemele de afișare VGA

| *Numărul de registru* | *Descriere* | *Unitatea de programare* | *Tip de access* |
|---|---|---|---|
| 00H | Total pe orizontală | Caracter | Citire/scriere |
| 01H | Sfârșitul afișării pe orizontală | Caracter | Citire/scriere |
| 02H | Începe stingerea spotului pe orizontală | Caracter | Citire/scriere |

| *Numărul de registru* | *Descriere* | *Unitatea de programare* | *Tip de access* |
|---|---|---|---|
| 03H | Termină stingerea spotului pe orizontală | Caracter | Citire/scriere |
| 04H | Începe cursa inversă pe orizontală | Rând | Citire/scriere |
| 05H | Termină cursa inversă pe orizontală | Linie de scanare | Citire/scriere |
| 06H | Total pe verticală | Rând | Citire/scriere |
| 07H | Depășire | Rând | Citire/scriere |
| 08H | Citire rând curent | Nu are | Citire/scriere |
| 09H | Linia maximă de scanare | Linie de scanare | Citire/scriere |
| 0AH | Poziția de start a cursorului | Linie de scanare | Citire/scriere |
| 0BH | Poziția de sfârșit a cursorului | Linie de scanare | Citire/scriere |
| 0CH | Adresa de început (valoarea superioară) | Nu are | Citire/scriere |
| 0DH | Adresa de început (valoarea inferioară) | Nu are | Citire/scriere |
| 0EH | Locația cursorului (valoarea superioară) | Nu are | Citire/scriere |
| 0FH | Locația cursorului (valoarea inferioară) | Nu are | Citire/scriere |
| 10H | Poziția de start a cursei inverse pe verticală | Nu are | Citire/scriere |
| 11H | Poziția de sfârșit a cursei inverse pe verticală | Nu are | Citire/scriere |
| 12H | Anularea afișării pe verticală | | Citire/scriere |
| 13H | Offset | | Citire/scriere |
| 14H | Subliniere locație | | Citire/scriere |
| 15H | Începe stingerea spotului pe verticală | | Citire/scriere |
| 16H | Termină stingerea spotului pe verticală | | Citire/scriere |
| 17H | Controlul modului CRTC | | Citire/scriere |
| 18H | Comparație de linii | | Citire/scriere |

Unii regiștri din cipul controller VGA au funcții diferite. Pentru cele mai multe operații, aceste diferențe sunt mascate de BIOS, care permite accesul aplicațiilor software la controller prin intermediul rutinelor BIOS. Diferențele devin cu adevărat vizibile când programele software preiau controlul direct asupra dispozitivului hardware. Atribuirile neconsecvente de valori în regiștri se petrec numai pentru funcțiile care nu sunt folosite

normal de aplicațiile software. De exemplu, semnalele de scanare orizontale și verticale sunt modificate în mod obișnuit numai la comutarea modurilor prin apeluri de funcții care folosesc memoria BIOS pentru a găsi regiștrii corespunzători.

## Controllerul VGA

Circuitul 6845 nu poate forma de unul singur un sistem complet de control video. Pentru a afișa o imagine nu este suficientă operația de scanare a memoriei. Placa video dintr-un PC trebuie să urmărească o mare varietate de valori de configurare atunci când afișează o imagine pe ecran. De exemplu, trebuie să știe dacă operează în modul color sau în modul monocrom, numărul de culori pe care le poate folosi, dacă mapează culorile dintr-o paletă, ce culori sau paletă trebuie să folosească și așa mai departe. Pentru a reține aceste informații, toate plăcile video conțin, pe lângă controllerul de bază, o mulțime de alte circuite. Pentru primele PC-uri, proiectanții au folosit un controller compus doar din circuitul 6845 și câteva circuite integrate simple.

În timp, după proiectarea sistemului VGA, circuitele suplimentare necesare controllerului au devenit atât de complexe încât a fost nevoie de realizarea unui ASIC dedicat (application-specific integrated circuit – circuit integrat specific aplicației), care a fost denumit *cip VGA*. În cipurile acceleratoarelor de grafică 2D și 3D au fost introduse aceleași circuite de controller, precum și altele suplimentare.

Toate funcțiile cipului VGA sunt controlate printr-un set mare de regiștri. Pentru a păstra compatibilitatea cu produsele software mai vechi, cipul VGA conține și regiștrii index CRT și de control CRT, la adresele de port deja cunoscute. Și celelalte funcții VGA folosesc o diversitate de adrese, valabile în toate PC-urile. Porturile VGA sunt plasate în intervalul de la 0C0(Hex) la 0DF(Hex) și nu pot fi folosite de alte dispozitive. Tabelul 17.3 prezintă regiștrii cipului VGA și porturile folosite în mod normal pentru accesarea acestora.

**Tabelul 17.3** Valorile atribuite regiștrilor VGA standard

| *Numele registrului* | *Clasa* | *Tip de acces (citire sau scriere)* | *Port mono* | *Port color* | *Index* |
|---|---|---|---|---|---|
| Miscellaneous output (Ieșire universală) | General | Scriere | 03C2 | 03C2 | N/A |
| Miscellaneous output (Ieșire universală) | General | Citire | 03CC | 03CC | N/A |
| Input status 0 (Starea intrării 0) | General | Numai citire | 03C2 | 03C2 | N/A |
| Input status 1 (Starea intrării 1) | General | Numai citire | 03BA | 03DA | N/A |
| Feature control (Controlul funcției) | General | Scriere | 03BA | 03DA | N/A |
| Feature control (Controlul funcției) | General | Citire | 03CA | 03CA | N/A |
| Video subsystem enable (Activare subsistem video) | General | Citire/scriere | 03C3 | 03C3 | N/A |
| Address (Adresă) | Atribut | Citire/scriere | 03C0 | 03C0 | N/A |

| *Numele registrului* | *Clasa* | *Tip de acces (citire sau scriere)* | *Port mono* | *Port color* | *Index* |
|---|---|---|---|---|---|
| Palette (x16) (Paletă) | Atribut | Scriere | 03C0 | 03C0 | 00-0F |
| Palette (x16) (Paletă) | Atribut | Citire | 03C1 | 03C1 | 00-0F |
| Attribute mode control (Controlul atributului de mod) | Atribut | Scriere | 03C0 | 03C0 | 10 |
| Attribute mode control (Controlul atributului de mod) | Atribut | Citire | 03C1 | 03C1 | 10 |
| Overscan color (Culoare de suprabaleiere) | Atribut | Scriere | 03C0 | 03C0 | 11 |
| Overscan color (Culoare de suprabaleiere) | Atribut | Citire | 03C1 | 03C1 | 11 |
| Color plane enable (Activare plan de culori) | Atribut | Scriere | 03C0 | 03C0 | 12 |
| Color plane enable (Activare plan de culori) | Atribut | Citire | 03C1 | 03C1 | 12 |
| Horizontal PEL panning (Panoramare orizontală PEL) | Atribut | Scriere | 03C0 | 03C0 | 13 |
| Horizontal PEL panning (Panoramare orizontală PEL) | Atribut | Citire | 03C1 | 03C1 | 13 |
| Color select (Selectare culoare) | Atribut | Scriere | 03C0 | 03C0 | 14 |
| Color select (Selectare culoare) | Atribut | Citire | 03C1 | 03C1 | 14 |
| Index register (Registru index) | Cip 6845 | Citire/scriere | 03B4 | 03D4 | N/A |
| CRT Control Register (Registru de control CRT) | Cip 6845 | Citire/scriere | 03B5 | 03D5 | N/A |
| Address (Adresă) | Secvențiator | Citire/scriere | 03C4 | 03C4 | N/A |
| Reset (Resetare) | Secvențiator | Citire/scriere | 03C5 | 03C5 | 00 |
| Clocking mode (Modul de sincronizare) | Secvențiator | Citire/scriere | 03C5 | 03C5 | 01 |

*continuare*

**Tabelul 17.3** Continuare

| *Numele registrului* | *Clasa* | *Tip de acces (citire sau scriere)* | *Port mono* | *Port color* | *Index* |
|---|---|---|---|---|---|
| Map mask (Masca hărții) | Secvențiator | Citire/scriere | 03C5 | 03C5 | 02 |
| Character map select (Selectare hartă de caractere) | Secvențiator | Citire/scriere | 03C5 | 03C5 | 03 |
| Memory mode (Modul memorie) | Secvențiator | Citire/scriere | 03C5 | 03C5 | 04 |
| Address (Adresă) | De grafică | Citire/scriere | 03CE | 03CE | N/A |
| Set/reset (Setare/resetare) | De grafică | Citire/scriere | 03CF | 03CF | 00 |
| Enable set/reset (Activare setare/resetare) | De grafică | Citire/scriere | 03CF | 03CF | 01 |
| Color compare (Comparare culori) | De grafică | Citire/scriere | 03CF | 03CF | 02 |
| Data rotate (Rotire date) | De grafică | Citire/scriere | 03CF | 03CF | 03 |
| Read map select (Selectare citire hartă) | De grafică | Citire/scriere | 03CF | 03CF | 04 |
| Graphics mode (Modul de grafică) | De grafică | Citire/scriere | 03CF | 03CF | 05 |
| Miscellaneous (Universal) | De grafică | Citire/scriere | 03CF | 03CF | 06 |
| Color don't care (Nu contează culoarea) | De grafică | Citire/scriere | 03CF | 03CF | 07 |
| Bit mask (Masca de biți) | De grafică | Citire/scriere | 03CF | 03CF | 08 |
| PEL address (Adresa PEL) | DAC | Citire/scriere | 03C8 | 03C8 | N/A |
| PEL address (Adresa PEL) | DAC | Numai scriere | 03C7 | 03C7 | N/A |
| DAC state (Starea DAC) | DAC | Numai citire | 03C7 | 03C7 | N/A |
| PEL data (Date PEL) | DAC | Citire/scriere | 03C9 | 03C9 | N/A |
| PEL mask (Masca PEL) | DAC | Citire/scriere | 03C6 | 03C6 | N/A |

Pentru a obține o compatibilitate completă cu sistemele de afișare mai vechi, sistemul VGA folosește aceleași porturi dependente de mod ca primele plăci video pentru PC-uri.

În modul monocrom, controllerul folosește porturile de la 03B0(Hex) până la 03BB(Hex); în modul color, 03D0(Hex) până la 03DB(Hex). Aceste intervale includ și accesul la controllerul CRT.

### Cursorul hardware

La proiectarea primului PC, inginerii de la IBM au decis să utilizeze controllerul CRT pentru a genera un cursor hardware în modul de text în locul soluției ca fiecare aplicație software să genereze propriul ei cursor. Datorită acestei opțiuni de proiectare, frecvența de clipire a cursorului din modul de text este stabilită de componenta hardware a PC-ului și nu poate fi modificată. Programele software (cum ar fi No-Squint Laptop Cursor) pot doar să simuleze diferite frecvențe de clipire prin suprapunerea unei frecvențe diferite peste frecvența hardware, care este inviolabilă. Cu toate acestea, dimensiunea cursorului este programabilă cu ajutorul regiștrilor care accesează controllerul CRT. În modurile de grafică – sub Windows înseamnă toate modurile cu excepția modului MS-DOS – sistemul de operare generează cursorul și controlează frecvența de clipire a acestuia.

Dimensiunea cursorului este schimbată prin modificarea a doi regiștri. Încărcați în registrul cu poziția de start a cursorului (biții de la 0 la 4) valoarea binară a rândului din matricea de caractere care doriți să fie linia de sus a cursorului și apoi în registrul cu poziția de final a cursorului (biții de la 0 la 4) ultima linie a cursorului. Modificând aceste valori, transformați cursorul într-un bloc ce ocupă poziția unui caracter întreg, o linie de scanare sau orice formă intermediară. În mod obișnuit, cursorul este o subliniere pe două linii de scanare. Cursorul poate fi anulat complet prin modificarea bitului 5 din registrul cu poziția de start a cursorului.

Pentru a trimite valorile în registrul cu poziția de start a cursorului, folosiți operația în două etape prezentată anterior pentru accesul la regiștrii 6845. La început încărcați în registrul de adresă al controllerului CRT valoarea 0A(Hex), apoi plasați în registrul respectiv valoarea liniei de start. Registrul cu poziția de final a cursorului îl accesați atribuind registrului de adresă al controllerului CRT valoarea 0B(Hex). Diferența dintre valorile plasate în cei doi regiștri determină înălțimea (dimensiunea) cursorului.

## Circuitele RAMDAC

Deoarece monitoarele calculatoarelor moderne folosesc semnale analogice, semnalele pe care le primesc nu limitează gama de culori pe care le pot afișa. Datele memorate în bufferul de cadre al PC-ului dumneavoastră sunt digitale pentru că toate semnalele din PC sunt digitale. Mai mult decât atât, în PC nu este disponibilă nici o formă de memorie analogică. Din cauza divergenței dintre tipurile de semnale, digitale în interior și analogice în exterior, placa video trebuie să convertească datele digitale în format analogic compatibil cu monitorul. Cipul care efectuează această transformare se numește *convertor digital-analogic (digital-to-analog converter)*. Uneori acest cip mai este numit *RAMDAC* – RAM provine de la Random Access Memory – pentru că datele sale digitale provin din memoria RAM a calculatorului.

Circuitele RAMDAC se clasifică după numărul de biți din codul digital pe care îl transformă. Numărul de biți este translatat în numărul de niveluri de semnal care pot apărea în semnalul de ieșire. De exemplu, un circuit RAMDAC pe opt biți convertește nivelurile codificate prin modele digitale de 8 biți în 256 de niveluri analogice. Într-un sistem monocrom, fiecare dintre acele niveluri reprezintă o nuanță de gri.

În sistemele color, fiecare culoare primară sau canal are nevoie de un cip DAC separat, deci este nevoie de trei astfel de cipuri. Circuitele RAMDAC video conțin de obicei cele

trei canale ale convertorului într-un singur pachet, dar există și plăci video mai vechi, care folosesc cipuri DAC separate pentru fiecare canal de culoare. Dacă însumați numărul de biți de pe cele trei canale ale fiecărui RAMDAC, veți obține numărul de planuri de biți de culoare pe care le poate afișa un sistem, adică paleta acestuia. Cele mai multe circuite RAMDAC din sistemele video moderne au trei canale pe 8 biți, permițând generarea a 16,7 milioane de nuanțe în modul True Color.

Circuitele RAMDAC au și specificații de viteză (frecvență). Un cip RAMDAC trebuie să fie suficient de rapid pentru a prelucra fiecare pixel care trebuie afișat pe ecran. Cu cât este mai mare rezoluția imaginii pe care doriți să o afișați, cu atât trebuie să fie mai mare și viteza cerută circuitului RAMDAC. Viteza cerută corespunde direct cu *semnalul de ceas pentru puncte* (adică numărul de pixeli de pe ecran înmulțit cu frecvența de reîmprospătare). Pentru a realiza compatibilitatea cu monitoarele cu rezoluție ridicată, unele cipuri RAMDAC permit lucrul la frecvențe de până la 200 MHz; cele mai utilizate sunt însă cipurile la 135 MHz. Un cip RAMDAC la 135 MHz poate lucra cu un monitor de 1280 x 960 pixeli cu o frecvență de reîmprospătare de 85 Hz.

Acum câțiva ani, când prețurile la memorii erau foarte mari, domeniul PC-urilor a fost amăgit de două circuite RAMDAC specializate, care promiteau o calitate mai bună și mai apropiată de realitate fără a crește necesarul de memorie al adaptoarelor VGA standard – sistemul Color-Edge Graphic dezvoltat de firma Edsun Laboratories (acum face parte din Analog Devices) și circuitele RAMDAC HiColor produse de compania Sierra Semiconductor. Ambele cipuri au reprezentat încercări noi de codificare mai eficientă a culorilor sau de îmbunătățire a tranziției datelor color pentru realizarea de imagini grafice mai realiste fără o creștere substanțială a cantității de memorie necesare unei plăci video. Prețurile reduse ale memoriei au determinat ca metoda de referire directă a culorilor – codificarea standard a culorilor pe 8, 16 și 24 de biți – să devină tehnologia universal acceptată.

## Memoria

Pe o placă video, memoria înseamnă în principal bufferul de cadre. Fiecare placă video include o cantitate apreciabilă de memorie RAM de diverse tipuri, necesară pentru păstrarea structurii bitmap a imaginii care apare pe ecran. Pe lângă aceasta, acceleratoarele 3D au nevoie de un plus de memorie pentru efectuarea operațiilor speciale. Utilizarea a 2 buffere, așa cum sugerează și numele, dublează memoria necesară operând simultan cu două buffere de cadre separate. Utilizarea bufferului z și memoria de lucru pentru operațiile acceleratorului 3D cresc și ele cerințele de memorie ale plăcii video.

Tipul de memorie necesară se determină în funcție de cerințele acceleratorului de grafică sau 3D. Cantitatea efectivă de memorie inclusă pe placa video este stabilită de producătorul plăcii. Unii producători plasează pe placă și socluri libere pentru a vă permite ca ulterior să realizați modernizări în vederea creșterii performanțelor de rezoluție sau de profunzime a culorii din sistemul dumneavoastră video. Ținând seama că prețurile la memorii au scăzut atât de mult încât soclurile au ajuns să reprezinte un procent însemnat din costul total al memoriei introduse în ele, producătorii au decis să realizeze modele separate de plăci, cu caracteristici diferite de memorie, cu cipurile lipite pe placă și care nu pot fi modernizate. Aceste tipuri de plăci vă impun să vă decideți foarte clar asupra rezoluției și profunzimii culorii înainte să achiziționați o placă. Trebuie să luați în calcul suma de care dispuneți, caracteristicile și limitările monitorului propriu, precum și scopul efectiv al achiziției.

În general, alegerea cipului de grafică va determina tehnologia de memorie folosită pe o anumită placă video. Când cumpărați o placă, doriți o memorie care să vă ofere cele mai mari performanțe posibile.

## Adresa bufferului de cadre

Pentru ca microprocesorul din PC-ul dumneavoastră să poată prelucra direct pixelii de pe ecran, trebuie să aibă acces direct la bufferul de cadre. Cu alte cuvinte, adresele atribuite memoriei din bufferul de cadre trebuie să se găsească în domeniul de adrese al microprocesorului. Pe lângă această condiție, microprocesorul trebuie să știe ce reprezintă aceste adrese. Trebuie să fie standardizate fie adresele, fie mijloacele prin care microprocesorul poate identifica adresele.

Primele sisteme video, inclusiv sistemul VGA, aveau amplasate bufferele de cadre la adrese standard. Aceste adrese sunt folosite (sau emulate) și de sistemele moderne. În plus, acestea trebuie să posede și un set de buffere de cadre proprii necesare pentru afișarea imaginilor cu rezoluție ridicată.

Standardele video mai vechi folosesc trei domenii de adrese, localizate toate în memoria DOS înaltă. Această poziționare a fost necesară pentru că toate cele trei standarde au apărut într-o perioadă în care erau predominante microprocesoarele care nu puteau să opereze decât în modul real, acestea fiind chiar singurele cipuri disponibile. Cu toate că în memoria DOS înaltă sunt disponibile doar domenii limitate de adrese, valorile scăzute ale rezoluțiilor și profunzimilor culorii caracteristice acestor sisteme video primitive permiteau bufferului de cadre să se descurce cu resursele puse la dispoziție.

În perioada VGA, cerințele de memorie de afișare au depășit și spațiul disponibil în memoria DOS înaltă. Pentru ca pixelii necesari afișării să încapă în spațiul redus permis de modul real, proiectanții sistemului VGA au recurs la vechiul truc de paginare a memoriei, comutând blocurile de adrese în interiorul și în afara domeniului de adrese din modul real. Sistemul standard VGA și multe sisteme VESA Super VGA au rămas fidele în continuare acestei tehnologii de lucru.

Sistemele video care nu au nevoie sau care nu vor să-și amintească de perioada de dominație a microprocesoarelor care operau doar în mod real se bucură de avantajul celui mai mare domeniu de adrese disponibil prin adresarea în mod protejat. Multe dintre aceste sisteme folosesc pentru bufferele de cadre zone de memorie liniare.

### Modurile monocrome

În modul de text monocrom original, bufferul de caractere se găsea la adresa de bază 0B0000(Hex). Sistemul avea rezervat pentru memoria video un interval de 32 KB de adrese, ultima adresă disponibilă fiind 0B7FFF(Hex). Pentru fiecare poziție de caracter de pe ecran se foloseau doi octeți de memorie. Primul octet păstra valoarea caracterului, iar al doilea, atributul acestuia. Întregul buffer de caractere, care putea păstra 2.000 de caractere aranjate pe 80 de coloane și 25 de linii, încăpea într-un spațiu de memorie puțin mai mic de 4 KB. Domeniul de adrese permitea stocarea a maximum opt pagini de text afișabil. Pagina activă era selectată cu ajutorul funcțiilor BIOS.

Adaptoarele de afișare moderne nu mai folosesc memoria din acest domeniu de adrese. Pentru a păstra compatibilitatea cu produsele software mai vechi, aceste adaptoare capturează cererile de adrese către acest domeniu și le remapează către adresele fizice folosite de bufferele proprii de caractere. Operația de remapare este insesizabilă pentru dumneavoastră și pentru software-ul pe care îl folosiți, astfel că atunci când comutați sistemul video în modul de text monocrom, acesta poate adresa și vechile domenii de adrese, comportându-se ca și cum ar fi un PC produs în anul 1981.

În trecut a existat un sistem grafic de afișare, dezvoltat de Hercules Computer Technology, Inc., care folosea același domeniu de memorie atribuit modului de text monocrom. Acest

sistem, bazat pe modelul plăcii de grafică Hercules (Hercules Graphics Card sau HGC), a fost standardul grafic monocrom dominant înainte de apariția VGA. El folosea un buffer de cadre de 64 KB de RAM aranjat funcțional în două bancuri contigue de câte 32 KB, având adresele de bază 0B0000(Hex) și 0B8000(Hex). Fiecare dintre aceste bancuri memora o singură pagină de imagine monocromă. Deoarece pagina de sus se suprapunea parțial peste un domeniu atribuit altei funcționalități (bufferul de cadre pentru imagini color de rezoluție mică), plăcile Hercules porneau întotdeauna având activ numai jumătate din domeniul de adrese monocrome. Al doilea banc era activat de un registru de configurare localizat la adresa de port I/O 03BF(Hex). Scriind valoarea 0 în cel de-al doilea bit al registrului (adică în bitul 1) bancul ere dezactivat. În mod corespunzător, prin atribuirea valorii 1 aceluiași bit, al doilea banc era activat.

În modul de grafică, placa Hercules genera o imagine de tip bitmap de 720x348 pixeli cu două niveluri de strălucire: alb și negru. Fiecare octet din bufferul de cadre controla opt pixeli învecinați de pe ecran, ceea ce înseamnă 90 de octeți pentru fiecare linie de 720 de pixeli. Cel mai semnificativ bit al fiecărui octet corespundea cu primul pixel de pe ecran memorat în octet (adică primul din stânga). Sistemul Hercules intercala în bufferul de cadre liniile de pe ecran astfel încât liniile contigue din memorie afișau pe ecran patru linii diferite.

**Modurile color cu rezoluție mică**

Primele moduri de grafică disponibile pe PC operau la rezoluții mici, fiind limitate de memoria disponibilă în domeniul de adrese atribuit primului buffer de cadre pentru grafică. Acest domeniu începea la adresa absolută de memorie 0B8000(Hex) și se termina la adresa 0BFFFF(Hex), totalizând numai 32 KB. Deși sistemele de afișare moderne nu mai folosesc acest domeniu de adrese pentru memoria activă, în modurile color ele remapează adresele din acest domeniu către propriile buffere de cadre în scopul obținerii compatibilității cu produsele software mai vechi.

În modurile color cu rezoluție mică, liniile de scanare pare și impare sunt memorate separat. De exemplu, în modul de „rezoluția ridicată“ al acestui sistem (640x200 pixeli), care alocă doar un bit pentru fiecare pixel, sunt memorate liniile de scanare pare, începând cu zero, una după alta. Liniile de scanare impare sunt memorate în secvență, începând de la o adresă mai mare cu 2000(Hex). În situația în care unui pixel individual îi sunt atribuiți mai mulți biți, aceștia sunt memorați secvențial într-un octet, ceea ce în vechiul mod de „rezoluție medie“ (320x200 pixeli) însemna câte patru pixeli pe fiecare octet.

Modurile de text color se comportă la fel ca modurile de text monocrome, intercalând un octet de caracter cu un octet de atribut de caracter, pentru fiecare poziție de caracter de pe ecran. În modul de text color există însă două diferențe – atributele caracterelor controlează și culoarea caracterului. În plus, bufferul de caractere este localizat la aceeași adresă de bază ca bufferul de cadre al modului color de rezoluție mică, această adresă fiind 0B8000(Hex).

**Modurile VGA**

Chiar și la începutul anilor ‘80, un buffer de cadre cu dimensiunea de 32 KB se dovedea insuficient. Pentru a mări bufferul de cadre, compania IBM a realizat pentru sistemul EGA un buffer de cadre paginat. Aceeași tehnică de aranjare a memoriei este folosită în zilele noastre de sistemul VGA pe care se bazează aproape toate plăcile video.

Prin trecerea la memoria paginată, IBM a mutat și bufferul de cadre de la vechea locație la adresa de bază 0A0000(Hex), deci chiar la începutul memoriei DOS înalte. În mod normal, întreaga memorie de afișare a sistemului este împărțită în patru bancuri de câte

64 KB, însă este posibilă și împărțirea în două bancuri de câte 128 KB. Ultimul mod se extinde și peste domeniile de memorie folosite de vechile buffere de cadre monocrome și color cu rezoluție mică.

În cipul VGA există un registru, denumit Map Mask Register (Registrul de mască al hărții), care controlează bancurile de memorie pe care le adresează microprocesorul sistemului printr-un domeniu de 64 KB de adrese din memoria înaltă. Specificațiile VGA plasează registrul de mască al hărții la adresa de port I/O 03C5(Hex). Pentru a economisi utilizarea portului, această adresă de port este folosită în comun de mai mulți regiștri. Registrul secvențiator VGA de la adresa de port 03C4(Hex) controlează funcționarea portului folosit de registrul de mască al hărții. Astfel, când în registrul secvențiator VGA este plasată valoarea 02(Hex), portul 03C5(Hex) oferă acces la registrul de mască al hărții.

Registrul de mască al hărții are patru biți de control. În modul VGA inițial cu 16 culori, fiecare bit controlează nominal un plan de biți și activează sau anulează intensitatea pentru semnalele roșu, verde și albastru (în ordine de la cel mai semnificativ la cel mai puțin semnificativ bit). Spre deosebire de cele mai multe sisteme cu comutare de bancuri, VGA permite activarea simultană a mai multor bancuri. Această schemă permite realizarea pe ecran a unei nuanțe obținute prin mixarea mai multor culori într-un singur ciclu. De exemplu, dacă sistemul dumneavoastră nu ar putea activa bancurile VGA decât individual, pentru afișarea unui punct alb strălucitor ar fi necesare patru operații diferite – scrierea unui bit de o culoare, comutarea bancurilor, scrierea unei alte culori și așa mai departe. Prin activarea simultană a tuturor celor patru bancuri, afișarea punctului alb strălucitor se realizează printr-o singură operație de comutare și scriere.

În modul VGA de grafică original cu 16 culori, adresarea în cadrul fiecărui banc este liniară. Acest aranjament plasează în memorie pixelii și liniile în aceeași ordine în care apar pe ecran. Biții dintr-un octet, de la cel mai semnificativ până la cel mai puțin semnificativ, corespund unei secvențe de opt pixeli de pe ecran, situați pe aceeași linie și luați în considerare de la stânga la dreapta.

În modul color cu 256 de culori, fiecare octet de memorie definește culoarea unui singur pixel. Logica de control a bancurilor din sistemul VGA împarte cei 256 KB de memorie alocați pixelilor de pe ecran în patru bancuri de câte 64 KB. În principiu, aceste bancuri se dublează unul pe celălalt, însă oferă o metodă convenabilă de scanare a datelor pentru planurile de culori din circuitul RAMDAC. Deoarece există opt semnale de culoare pentru fiecare pixel, iar sistemul VGA este proiectat să scaneze simultan numai patru planuri de culori, pentru realizarea transferului paginile cu 256 de culori sunt scanate de două ori.

În modurile de text, bancurile de memorie VGA operează ca și când s-ar afla la vechile locații de mod și sunt intercalate similar: octeții impari din memoria de afișare în primul banc, iar octeții pari în al doilea banc. În modul normal de text, acest aranjament corespunde cu plasarea valorilor caracterelor în primul banc și a atributelor în al doilea banc. Diferitele pagini ale memoriei de caractere încep la fiecare paragraf nou de 2 KB. De exemplu, la operarea în modul de text color, prima pagină va avea adresa de bază 0B8000(Hex), a doua pagină 0B8800(Hex) și așa mai departe.

Schema fizică de remapare a adreselor folosite de sistemul VGA este relativ directă. În circuitele de control al acestui sistem există un registru care acționează pe post de comutator. Registrul cu harta memoriei controlează adresa de bază a memoriei video VGA și dimensiunea paginii pentru fiecare banc.

Accesarea registrului cu harta memoriei este un proces format din două etape. În prima etapă, în registrul cu adresa de grafică (Graphic Address Register) de la portul I/O al microprocesorului trebuie plasată valoarea 06(Hex) pentru a permite scrierea în registrul cu harta memoriei prin intermediul registrului universal (Miscellaneous) al sistemului VGA la adresa de port 03C2(Hex) a microprocesorului, care este partajată între mai multe funcții. Biții 2 și 3 din registrul cu harta memoriei controlează adresa și dimensiunea bancului.

Atribuind valoarea 0 bitului 3 al registrului cu harta memoriei, este localizată adresa de bază a bufferului de cadre și anume 0A0000(Hex). După această operație, bitul 2 ține sub control dimensiunea bancului. Dacă primește valoarea 0, sunt definite două bancuri de câte 128 KB, iar dacă îi este atribuită valoarea 1, indică patru bancuri de câte 64 KB.

Când bitul 3 al registrului cu harta memoriei primește valoarea 1, dimensiunea bancului este stabilită la 32 KB, iar bitul 2 controlează adresa de bază folosită de cele două bancuri permise. Când bitul 2 are valoarea 0, adresa de bază a bufferului este 0B0000(Hex), iar când primește valoarea 1, adresa de bază a bufferului este 0B8000(Hex).

**Alte ferestre de memorie**

Sistemul VGA de memorie paginată permite lucrul cu buffere de cadre mai mari printr-o metodă foarte simplă și eficace: adăugarea de pagini. Prețul simplității acestei metode este complicarea accesului la memorie. Pentru a accesa direct diferitele pagini de memorie, programatorii trebuie să țină evidența mai multor pagini; de exemplu, o placă video cu un buffer de cadre de 2 MB are 32 de pagini. În plus, accesul la memorie și scanarea sunt încetinite dată fiind necesitatea de a trece de la o pagină la alta de mai multe ori într-un cadru.

O dată cu trecerea la modul protejat, a devenit posibilă utilizarea unor domenii mai mari de adrese pentru bufferul de cadre. Primul sistem de afișare disponibil pe scară largă care a beneficiat de avantajul spațiului mare oferit de memoria în mod protejat a fost sistemul XGA.

În prima sa formă, sistemul XGA permitea lucrul cu trei locații diferite pentru bufferele de cadre denumite *ferestre de memorie (memory apertures)*. Principala fereastră de memorie era vechiul buffer de cadre VGA din memoria DOS înaltă, care avea dimensiunea de o pagină. Pe lângă acest buffer, XGA utiliza alte două ferestre în mod protejat.

O fereastră de 1 MB a permis memoriei XGA să fie controlată printr-o zonă de memorie de 1 MB, care se putea găsi în orice interval de 1 MB în cadrul primilor 16 MB de memorie în mod protejat. Pentru a permite lucrul cu buffere de cadre mai mari, de până la 4 MB, și această fereastră a fost paginată. Acest compromis, de model mărit, dar paginat, a permis lucrul cu cadre mai mari fără a apela la prea multă memorie din domeniul limitat pe care îl aveau microprocesoarele 286 și 386SX. Veți găsi mai multe detalii referitoare la ferestrele de memorie și la problemele rezultate din poziționarea lor în Capitolul 4, „Memoria“.

Sistemul XGA a permis crearea unei *ferestre liniare* (*linear aperture)* de dimensiune mare în zona de după primii 16 MB din memoria în mod protejat. Acest model permite o libertate deplină în stabilirea locației bufferului, deși în mod normal acesta trebuie localizat la adrese suficient de mari pentru a nu interfera cu memoria RAM fizică. Acceleratoarele 3D moderne pot folosi ferestre liniare de până la 64 MB. Domeniul de adrese folosit de aceste plăci este atribuit dinamic de sistemul PCI. Procesul de configurare Plug-and-Play găsește automat un domeniu care nu intră în conflict cu alte dispozitive sau resurse de sistem.

## Memoria BIOS

Memoriile BIOS încorporate în PC-urile obișnuite includ și o secțiune de cod pentru tratarea evenimentelor video, însă suportul oferit de aceasta este limitat de primele tipuri de plăci cu buffere de cadre simple folosite în primele PC-uri, plăcile MDA și CGA remarcându-se între standardele învechite. Toate plăcile video realizate de la apariția plăcii EGA și până în prezent au fost dotate cu memorii BIOS proprii, conținând cod pentru funcțiile suplimentare oferite de placă (ca o remarcă, și EGA este un standard învechit). În timpul operației de pornire, PC-ul încarcă și adresele acestui cod BIOS intern, astfel încât programele să poată apela rutinele de afișare a imaginilor pe ecran. Chiar dacă nu este vorba decât de compatibilitatea cu standardul de încărcare VGA, toate plăcile video, inclusiv ultimele modele de acceleratoare 3D, includ un cod BIOS propriu.

În funcție de tipul plăcii video, codul BIOS poate fi înregistrat în memorii pe 8 biți sau pe 16 biți, chiar și în calculatoarele pe 32 de biți. Magistrala de lățime redusă și timpii mari de acces la cipurile de memorie EPROM au făcut ca acest cod BIOS să fie unul dintre cele mai lente programe executate pe cele mai multe PC-uri. Pentru a crește viteza de execuție a codului, foarte multe PC-uri recurg la duplicarea codului pentru video din BIOS. După ce sistemul de operare încarcă propriile drivere video, duplicarea și BIOS-ul devin lipsite de importanță. Legătura dintre aplicațiile dumneavoastră și hardware (prin sistemul de operare) este realizată de driverul software. Memoria BIOS este ignorată pur și simplu.

Și dumneavoastră ați putea ignora BIOS-ul, dacă nu ați fi forțat uneori să rulați aplicații DOS și să diagnosticați probleme de sistem înainte de încărcarea sistemului de operare. Însă chiar dacă prelucrați cele mai exotice imagini grafice 3D, BIOS-ul rămâne pe placa video, așteptând situațiile în care aveți nevoie de el (pentru că este un fel de magician în problemele dificile).

### PC Video BIOS

Deoarece primul model de PC fusese proiectat să opereze chiar fără un sistem de operare – pentru că avea propriul său limbaj de programare, intern – în memoria sa BIOS a fost inclusă și capacitatea de tratare a tuturor funcțiilor normale de afișare, dar la un nivel primitiv. Prin apelarea întreruperii software 10(Hex) cu valoarea corespunzătoare încărcată în registrul AH al microprocesorului, BIOS-ul poate determina porturile folosite de adaptorul de afișare și le poate cere să efectueze funcția dorită. Gama de funcții de acest tip era redusă. Funcțiile de bază pentru întreruperea video BIOS sunt prezentate în Tabelul 17.4.

**Tabelul 17.4** Funcțiile BIOS pentru întreruperea 10(Hex)

| *Valoarea din registrul AH* | *Funcție* |
|---|---|
| 00H | Stabilește modul video |
| 01H | Stabilește tipul de cursor |
| 02H | Stabilește poziția cursorului |
| 03H | Citește poziția cursorului |
| 04H | Citește poziția creionului optic |

*continuare*

**Tabelul 17.4** Continuare

| *Valoarea din registrul AH* | *Funcție* |
|---|---|
| 05H | Selectează pagina de afișare activă |
| 06H | Derulează pagina activă în sus |
| 07H | Derulează pagina activă în jos |
| 08H | Citește caracterul și atributul de la poziția cursorului |
| 09H | Scrie caracterul și atributul la poziția cursorului |
| 0AH | Scrie numai caracterul la poziția cursorului |
| 0BH | Stabilește paleta de culori |
| 0CH | Scrie un punct |
| 0DH | Citește un punct |
| 0EH | Scrie în mod de teleimprimator (un caracter) |
| 0FH | Starea video curentă |

În arhitectura primului PC, intenția inițială a fost ca toate operațiile video să fie tratate prin BIOS. Pentru a desena imagini grafice pe ecran, programele trebuiau să apeleze în mod repetat funcția 0C(Hex) din BIOS-ul video. Acest model trebuia să asigure independența de hardware a programelor de pe PC, pentru ca bufferul de cadre să poată fi mutat oriunde în memorie. Prețul plătit pentru această versatilitate a fost reducerea performanței. Utilizarea memoriei BIOS pentru afișarea pe ecran presupunea efectuarea a zeci de instrucțiuni de microprocesor pentru a scrie fiecare pixel, iar în perioada în care PC-urile operau cu o viteză de cel puțin o sută de ori mai mică decât cele din zilele noastre, vă puteți închipui cât trebuia să așteptați pentru afișarea pe ecran a unei imagini (puteați să înălțați o pădure de conifere). Această performanță redusă a determinat programatorii să ignore BIOS-ul și să scrie direct în bufferul de cadre.

## VGA BIOS

După ce PC-urile au început să opereze în moduri noi, cu rezoluție mai mare, cu buffere de cadre mai mari și cu mai multe culori, și BIOS-urile video au fost modernizate corespunzător. Sistemul EGA a fost primul care a crescut capacitatea BIOS-ului, însă cele mai stabile îmbunătățiri au apărut mai târziu, după lansarea pe piață a standardului VGA.

Deoarece modurile sale de operare nu se potriveau cu cele proiectate pentru memoria BIOS originală a PC-ului, sistemul de afișare VGA a avut nevoie de propria extensie BIOS, care conținea un total de nouă funcții noi. Primele calculatoare care au folosit VGA încorporau circuitele de afișare direct pe plăcile de bază și includeau codul necesar chiar în BIOS-ul sistemului. Cipurile ROM adăugate pe plăcile VGA au mărit memoria BIOS din PC-urile în care erau instalate astfel de plăci. În Tabelul 17.5 sunt prezentate funcțiile adăugate de memoria BIOS VGA extinsă.

**Tabelul 17.5** Extensiile VGA BIOS

| *Valoarea din registrul AH* | *Funcție* |
|---|---|
| 10H | Stabilește regiștrii paletei |
| 11H | Generator de caractere |
| 12H | Selectare alternativă |
| 13H | Scrie un șir |
| 14H | Încarcă fontul pentru caractere LCD |
| 15H | Returnează parametrii fizici de afișare |
| 16H | Rezervat |
| 17H | Rezervat |
| 18H | Rezervat |
| 19H | Rezervat |
| 1AH | Citește/scrie codul combinației de afișare |
| 1BH | Returnează informațiile de funcționalitate sau de stare |
| 1CH | Salvează/reface starea video |

În perioada în care era dezvoltat standardul VGA, metoda standard de scriere pe placa video era scrierea directă. Extensiile VGA BIOS nu fac nici o încercare de a trata imaginile grafice cu toate punctele adresabile. De fapt, cele mai multe dintre aceste coduri noi erau implicate în identificarea elementelor hardware ale sistemului de afișare.

## Super VGA

Sistemele de afișare care au apărut după VGA au întâmpinat de la început o problemă inevitabilă – lipsa unui standard pe care să îl urmeze. Organizația VESA a urmărit să stabilească un standard, însă din cauza diversității de produse și de funcții a hotărât să nu adopte un standard hardware foarte strict. Mai mult, organizația VESA a lăsat detaliile arhitecturii interne a adaptoarelor de afișare cu rezoluție ridicată în seama inginerilor care lucrau pentru producătorii de plăci video. VESA a ales un mod de abordare la nivel de sistem, definind ceea ce intră și ce iese și realizând de fapt din placa video de rezoluție ridicată o adevărată cutie neagră magică.

Pentru partea de ieșire, VESA a dezvoltat standarde și linii directoare pentru semnalele de sincronizare ale monitoarelor. Pentru cealaltă parte, a fost creată o extensie la standardul VGA BIOS. Aceste *extensii VESA BIOS (VBE)* sunt dedicate exclusiv eliminării problemelor de compatibilitate. Ele nu se ocupă de prelucrarea obișnuită a semnalelor video. De fapt, programatorii preferă să scrie direct în bufferele de cadre.

În comparație cu suportul video standard inclus în memoria BIOS de bază a unui PC, cel oferit de extensia VESA este modest. Codul suplimentar nu conține rutine noi de tratare a textelor sau a biților individuali. Extensia furnizează doar un set de informații necesare driverelor și aplicațiilor video pentru a fi capabile să lucreze cu rezoluțiile ridicate permise de adaptorul de afișare Super VGA. Extensiile VESA BIOS comunică programelor software unde se găsește bufferul de cadre și modul de operare cu diferitele funcții ale plăcii video. Ele nu reprezintă un secret în sine, ci doar cheia de aflare a secretelor. Driverul video folosește această cheie pentru afișarea biților în pozițiile de pixeli corespunzătoare.

Una dintre cele mai importante funcții ale extensiei VESA BIOS este de a raporta ce moduri poate înțelege și afișa un anumit adaptor de afișare din întreaga gamă de moduri de grafică permise de standardul VESA. Aceste moduri conțin aproape toate nivelurile importante de rezoluții și profunzimi de culoare folosite uzual de adaptoarele de afișare.

Desigur, sistemul Windows a făcut ca VESA BIOS să nu mai fie o problemă critică. Modul normal de operare în timp real permis de cele mai multe plăci video este obținut cu ajutorul driverelor instalate special pentru fiecare placă. Driverul oferă cel mai rapid acces posibil la întreaga gamă de facilități a plăcii.

Oricum, standardul VESA BIOS încă supraviețuiește și a ajuns să fie refăcut într-o a treia formă, publicată oficial la 16 septembrie 1998. Noua versiune, VBE 3.0, operează ca un cod în mod dual, capabil să fie apelat în modul real prin metoda standard a întreruperii 010(Hex) sau în modul protejat prin apeluri din programe. Prin VESA BIOS, PC-ul dumneavoastră poate controla o placă video cu drivere universale sau driverele plăcii pot accesa codul hardware pentru a controla unele funcții speciale.

Interfața de bază VESA BIOS are avantajul de a putea folosi apelurile standard de funcții video IBM, care sunt activate prin întreruperea software 010(Hex). Extensia VESA BIOS adaugă la acestea un apel suplimentar de funcție, 04F(Hex), care nu este folosit de nici un alt dispozitiv. Prin încărcarea diferiților parametri necesari la efectuarea acestui apel de funcție, produsul software poate extrage mai multe funcții din extensia VESA BIOS. În Tabelul 17.6 sunt prezentate apelurile de funcții de bază permise de extensia VESA BIOS.

**Tabelul 17.6** Apelurile de funcții VBE de bază

| *Numărul funcției* | *Operații asociate* |
|---|---|
| 00H | Returnează informații despre controllerul VBE |
| 01H | Returnează informații despre modul VBE |
| 02H | Stabilește modul VBE |
| 03H | Returnează modul VBE curent |
| 04H | Salvează/reface starea |
| 05H | Afișează controlul pentru fereastră |
| 06H | Stabilește/citește lungimea logică a liniei de scanare |
| 07H | Stabilește/citește locația de început a afișării |
| 08H | Stabilește/citește formatul de paletă DAC |
| 09H | Stabilește/citește datele de paletă |
| 0AH | Returnează interfața de mod protejat VBE |

Versiunea 2.0 a standardului VESA BIOS a fost extinsă pentru a include facilități multimedia, inclusiv controlul sistemelor audio și MIDI. Fiecare dintre acestea folosește propriul său apel de funcție pentru a transmite informațiile cerute către produsul software solicitant.

## Numerele de moduri

VESA a dezvoltat primul său mod pentru a extinde sistemele VGA obișnuite la rezoluția de 800x600 pixeli. În perioada în care asociația își începea munca, o serie de producători individuali dezvoltaseră deja moduri video proprii. VESA a codificat modul propriu de operare 06A(Hex) și l-a folosit ca pe un mod fantomă; când era selectat acest mod,

adaptorul de afișare comuta în unul dintre modurile private, native, care acceptau nivelul de rezoluție 800x600 pixeli.

Inițial, IBM a prevăzut opt biți pentru codificarea modurilor video. Pentru a preveni confuzia între modurile video private și standardele VESA, VESA a extins gama la valori de 15 biți. Toate modurile de grafică acceptate după standardul original de 800x600 pixeli au fost codificate (au primit numere de mod) pe 15 biți, iar modul original 06A(Hex) a primit un alt număr, 101(Hex). În Tabelul 17.7 sunt prezentate modurile video VESA.

**Tabelul 17.7** Numerele de moduri video utilizate uzual

| *Numărul de mod* | *Tipul modului (de text sau de grafică)* | *Inițiator* | *Rezoluția grafică* | | | *Rezoluția textului* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | *Orizontală* | *Verticală* | *Culori* | *Coloane* | *Linii* |
| 0 | De text | IBM | – | – | – | 40 | 25 |
| 1 | De text | IBM | – | – | – | 40 | 25 |
| 2 | De text | IBM | – | – | – | 80 | 25 |
| 3 | De text | IBM | – | – | – | 80 | 25 |
| 4 | De grafică | IBM | 320 | 200 | 4 | – | – |
| 5 | De grafică | IBM | 320 | 200 | 4 | – | – |
| 6 | De grafică | IBM | 640 | 200 | 2 | – | – |
| 7 | De text | IBM | – | – | – | 80 | 25 |
| 8 | De grafică | IBM | 160 | 200 | 16 | – | – |
| 9 | De grafică | IBM | 320 | 200 | 16 | – | – |
| A | De grafică | IBM | 640 | 200 | 4 | – | – |
| B | De grafică | Privat | 704 | 519 | 16 | – | – |
| D | De grafică | IBM | 320 | 200 | 16 | – | – |
| E | De grafică | IBM | 640 | 200 | 16 | – | – |
| F | De grafică | IBM | 640 | 350 | 2 | – | – |
| 10 | De grafică | IBM | 640 | 350 | 16 | – | – |
| 11 | De grafică | IBM | 640 | 480 | 2 | – | – |
| 12 | De grafică | IBM | 640 | 480 | 16 | – | – |
| 13 | De grafică | IBM | 320 | 200 | 256 | – | – |
| 22 | De text | Anterior | – | – | 16 | 132 | 44 |
| 23 | De text | Anterior | – | – | 16 | 132 | 25 |
| 24 | De text | Anterior | – | – | 16 | 132 | 28 |
| 25 | De grafică | Anterior | 640 | 480 | 16 | – | – |
| 26 | De grafică | Anterior | 640 | 480 | 16 | – | – |

*continuare*

**Tabelul 17.7** Continuare

| *Numărul de mod* | *Tipul modului (de text sau de grafică)* | *Inițiator* | *Rezoluția grafică* | | | *Rezoluția textului* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | *Orizontală* | *Verticală* | *Culori* | *Coloane* | *Linii* |
| 2F | De text | Anterior | – | – | 16 | 160 | 50 |
| 32 | De text | Anterior | – | – | 16 | 80 | 34 |
| 33 | De text | Anterior | – | – | 16 | 80 | 34 |
| 34 | De text | Anterior | – | – | 16 | 80 | 66 |
| 42 | De text | Anterior | – | – | 4 | 80 | 34 |
| 43 | De text | Anterior | – | – | 4 | 80 | 45 |
| 50 | De grafică | Privat | 640 | 480 | 16 | – | – |
| 50 | De text | Anterior | – | – | 2 | 132 | 25 |
| 50 | De text | MXIC | – | – | 16 | 132 | 25 |
| 50 | De text | MXIC | – | – | 16 | 132 | 30 |
| 51 | De text | Anterior | – | – | 4 | 132 | 28 |
| 52 | De text | Anterior | – | – | 2 | 132 | 44 |
| 53 | De grafică | Privat | 800 | 560 | 16 | – | – |
| 55 | De grafică | MXIC | 800 | 600 | 16 | – | – |
| 56 | De grafică | MXIC | 1024 | 768 | 16 | – | – |
| 57 | De grafică | MXIC | 640 | 350 | 256 | – | – |
| 58 | De grafică | Privat | 800 | 600 | 16 | – | – |
| 58 | De grafică | MXIC | 640 | 400 | 256 | – | – |
| 59 | De grafică | Privat | 720 | 512 | 16 | – | – |
| 59 | De grafică | MXIC | 640 | 480 | 256 | – | – |
| 5A | De grafică | MXIC | 800 | 600 | 256 | – | – |
| 5B | De grafică | MXIC | 1024 | 768 | 256 | – | – |
| 60 | De grafică | Anterior | 640 | 400 | 256 | – | – |
| 61 | De grafică | Anterior | 640 | 480 | 256 | – | – |
| 62 | De grafică | Anterior | 800 | 600 | 256 | – | – |
| 63 | De grafică | Anterior | 1024 | 768 | 256 | – | – |
| 6A | De grafică | VESA | 800 | 600 | 16 | – | – |
| 70 | De grafică | Privat | 800 | 600 | 16 | – | – |
| 70 | De grafică | Anterior | 720 | 396 | 16 | – | – |
| 71 | De grafică | Privat | 800 | 600 | 16 | – | – |

| *Numărul de mod* | *Tipul modului (de text sau de grafică)* | *Inițiator* | *Rezoluția grafică* | | | *Rezoluția textului* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | *Orizontală* | *Verticală* | *Culori* | *Coloane* | *Linii* |
| 71 | De grafică | Anterior | 800 | 600 | 16 | – | – |
| 73 | De grafică | Privat | 640 | 480 | 16 | – | – |
| 74 | De grafică | Anterior | 1024 | 768 | 16 | – | – |
| 75 | De grafică | Anterior | 1024 | 768 | 4 | – | – |
| 76 | De grafică | Anterior | 1024 | 768 | 2 | – | – |
| 77 | De grafică | Privat | 752 | 410 | 16 | – | – |
| 79 | De grafică | Privat | 800 | 600 | 16 | – | – |
| 100 | De grafică | VESA | 640 | 400 | 256 | – | – |
| 101 | De grafică | VESA | 640 | 480 | 256 | – | – |
| 102 | De grafică | VESA | 800 | 600 | 16 | – | – |
| 103 | De grafică | VESA | 800 | 600 | 256 | – | – |
| 104 | De grafică | VESA | 1024 | 768 | 16 | – | – |
| 105 | De grafică | VESA | 1024 | 768 | 256 | – | – |
| 106 | De grafică | VESA | 1280 | 1024 | 16 | – | – |
| 107 | De grafică | VESA | 1280 | 1024 | 256 | – | – |
| 108 | De text | VESA | – | – | – | 80 | 60 |
| 109 | De text | VESA | – | – | – | 132 | 25 |
| 10A | De text | VESA | – | – | – | 132 | 43 |
| 10B | De text | VESA | – | – | – | 132 | 50 |
| 10C | De text | VESA | – | – | – | 132 | 60 |
| 10D | De grafică | VESA | 320 | 200 | 32K | – | – |
| 10E | De grafică | VESA | 320 | 200 | 64K | – | – |
| 10F | De grafică | VESA | 320 | 200 | 16M | – | – |
| 110 | De grafică | VESA | 640 | 480 | 32K | – | – |
| 111 | De grafică | VESA | 640 | 480 | 64K | – | – |
| 112 | De grafică | VESA | 640 | 480 | 16M | – | – |
| 113 | De grafică | VESA | 800 | 600 | 32K | – | – |
| 114 | De grafică | VESA | 800 | 600 | 64K | – | – |
| 115 | De grafică | VESA | 800 | 600 | 16M | – | – |
| 116 | De grafică | VESA | 1024 | 768 | 32K | – | – |
| 117 | De grafică | VESA | 1024 | 768 | 64K | – | – |
| 118 | De grafică | VESA | 1024 | 768 | 16M | – | – |

*continuare*

**Tabelul 17.7** Continuare

| *Numărul de mod* | *Tipul modului (de text sau de grafică)* | *Inițiator* | *Rezoluția grafică* | | | *Rezoluția textului* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | *Orizontală* | *Verticală* | *Culori* | *Coloane* | *Linii* |
| 119 | De grafică | VESA | 1280 | 1024 | 32K | – | – |
| 11A | De grafică | VESA | 1280 | 1024 | 64K | – | – |
| 11B | De grafică | VESA | 1280 | 1024 | 16M | – | – |
| 11C | De grafică | VESA | 1600 | 1200 | 32K | – | – |
| 11D | De grafică | VESA | 1600 | 1200 | 64K | – | – |
| 11E | De grafică | VESA | 1600 | 1200 | 16M | – | – |
| 81FF | Mod VESA special cu rezervarea memoriei | | | | | – | – |

Găsirea modurilor de grafică disponibile reprezintă doar începutul pentru programele software care folosesc extensia VESA BIOS. Programele software folosesc informațiile raportate de extensia VESA BIOS pentru a determina dacă pot opera cu rezoluția și nivelul de culoare dorite. După ce aplicația software se convinge că poate opera în modul dorit, trebuie să afle cum ajunge în modul respectiv. Trimițând către extensia VESA BIOS un alt cod de funcție, aplicația dumneavoastră poate determina locația și sistemul de control pentru bancurile de memorie folosite de bufferul de cadre într-un anumit mod video.

# Interfețele interne

Sistemul video din PC-ul dumneavoastră trebuie să se conecteze într-un fel la restul circuitelor din calculator. În cele mai multe sisteme de afișare, conexiunea este internă. Această conexiune permite microprocesorului din calculator să intervină direct și să plaseze date (cum ar fi o imagine bitmap) direct în bufferul de cadre. Aceasta înseamnă că bufferul de cadre trebuie să se găsească în domeniul de adresabilitate al microprocesorului.

Sistemele UMA sunt singurele în care bufferul de cadre face parte din sistemul principal de memorie, fiind accesibil prin magistrala de memorie. În toate celelalte PC-uri, bufferul de cadre se leagă la restul sistemului printr-o magistrală. În sistemele vechi, această legătură era magistrala standard de extensie sau un echivalent al acesteia. În calculatorele personale moderne, legătura video este realizată direct prin magistrala PCI sau prin ramificația AGP.

În PC-urile multimedia moderne, este posibil ca adaptorul de afișare să nu fie singura placă având funcția de prelucrare a datelor video. Sistemele de capturare, editare și comprimare video pot avea nevoie de dispozitive hardware dedicate, care funcționează împreună cu adaptorul de afișare. Pentru a lucra fără probleme, sistemului auxiliar și adaptorului de afișare le este necesară *o conexiune inter-card*, adică o conexiune dedicată de mare viteză, diferită de magistrala de extensie.

## Interfețele de magistrală

În arhitectura de bază a PC-ului, bufferul de cadre nu face parte din sistemul de memorie folosit de microprocesor pentru rularea programelor. Deși bufferul de cadre poate fi adresat direct de microprocesor, fie complet, fie printr-o fereastră, el este conectat la circuitele magistralei de extensie și nu la magistrala de memorie. Această

schemă este moștenită din zilele de demult ale primului PC. Proiectanții PC-ului au încredințat bufferul de cadre și restul sistemului de afișare unei plăci de extensie separate, care era conectată obligatoriu prin magistrala de extensie. Pe vremea aceea, când pe plăcile de bază ale primelor PC-uri nici nu era suficient spațiu pentru încorporarea tuturor componentelor video, acest model era foarte flexibil. Puteați să modernizați caracteristicile video ale PC-ului dumneavoastră prin simpla schimbare a plăcilor de grafică.

De dragul standardului și din motive de consecvență operațională, cele mai multe PC-uri folosesc interfața de magistrală pentru legarea circuitelor video proprii, chiar dacă sistemul video este plasat pe placa de bază. Modernizarea componentei video pentru aceste sisteme presupune dezactivarea circuitelor video de pe placa de bază, de obicei cu ajutorul unui jumper hardware sau prin modificarea unei valori de configurare.

Nu se greșește cu absolut nimic atunci când se utilizează conexiunea de magistrală pentru operațiile video; funcționează fără probleme, nu-i așa? Însă privind dintr-un punct de vedere practic, modelul bazat pe magistrală impune o singură limitare: magistrala restrânge performanțele video. O magistrală cu lățime de bandă mai mică înseamnă o viteză redusă pentru datele video. Una dintre direcțiile principale urmărite pentru modernizarea arhitecturii PC-ului în ultimul deceniu a fost creșterea performanțelor video prin mărirea lățimii de bandă a acestei conexiuni de magistrală.

### ISA

În primul deceniu de existență, PC-urile au folosit pentru legarea la adaptoarele de afișare magistrala de care dispuneau. Toate au utilizat la început magistrala pe 8 biți din primul model de PC. O dată cu apariția sistemului AT și a magistralei de extensie ISA pe 16 biți, a devenit evident avantajul utilizării unei conexiuni de magistrală cu lățime mai mare. Plăcile adaptoarelor de afișare cu interfețe pe 16 biți s-au dovedit mult mai rapide decât plăcile cu conectoare pe 8 biți. Folosind o magistrală de capacitate dublă, adaptoarele pe 16 biți puteau efectua mai repede operațiile de afișare a datelor, obținând performanțe aproape duble față de sistemele anterioare.

În jurul anului 1987, o serie de producători de PC-uri, incluzând liderii din domeniu Compaq și IBM, au regândit cuplarea plăcilor video în sloturile de extensie. Datorită miniaturizării continue a componentelor, pe placa de bază s-au creat spații libere în care putea fi plasat setul de circuite de afișare, spații care au fost folosite fără nici o problemă de producătorii care s-au gândit la costuri. La început, pentru a asigura o compatibilitate totală, ei au folosit același ansamblu de circuite ca la magistrala de I/O. Cu toate că circuitele video erau relocate fizic către placa de bază, din punct de vedere electric și logic au rămas conectate prin vechile circuite de control pentru magistrală. Prin aplicarea acestui model eficient, orice operație video putea găsi fără probleme bufferul de cadre și controllerul video exact acolo unde se aștepta să fie.

### Magistrala locală

La începutul anilor ’90, microprocesoarele au început să genereze datele video mai repede decât puteau fi prelucrate de magistralele standard de extensie. Această problemă a devenit evidentă o dată cu răspândirea familiei de microprocesoare 386. Puterea lui 386 a făcut populare mediile de operare grafice și multitasking. Prin trecerea la modul de lucru grafic a crescut cantitatea de date care trebuiau prelucrate de sistemul video, de la câțiva kiloocteți la sute de mii de kiloocteți pe cadru, ceea ce pentru orice operație în timp real însemna prelucrarea a milioane de kiloocteți pe secundă. Conexiunea la vechea magistrală de extensie s-a dovedit prea slabă pentru această

cerință. În momentul respectiv, viteza de prelucrare a informațiilor video a devenit principala cerință de performanță pentru PC-uri.

Răspunsul producătorilor de echipamente a fost realizarea magistralei locale de date, care a fost discutată în Capitolul 7, „Magistrala de extensie". Magistrala locală a adus o îmbunătățire cu un ordin de mărime în productivitate – prima dată prin VL Bus, apoi prin PCI.

Cu toate că standardul PCI a adus o creștere vizibilă performanțelor magistralei, cererea pentru o viteză mai mare de transfer al datelor grafice a depășit relativ repede chiar și posibilitățile acestei magistrale. Răspunsul firmei Intel a fost îmbunătățirea standardului PCI prin asigurarea unui singur slot cu performanțe ridicate, și anume portul accelerat de grafică (Accelerated Graphic Port sau AGP).

## Accelerated Graphic Port

Accelerated Graphic Port nu este un standard de afișare, pentru că nu specifică elemente de culoare, rezoluție sau alte caracteristici ale imaginii afișate pe ecranul monitorului. AGP este un standard de conectare, care descrie o conexiune nouă de magistrală, de mare viteză, între sistemul video din PC-ul dumneavoastră, pe de o parte, și microprocesorul și memoria conținute de acesta, pe de altă parte. Rezultatul este o magistrală de extensie specializată, care reface toate schemele de magistrală locală. O puteți considera chiar ca fiind a doua generație de magistrale locale pentru sistemele video.

Modelul AGP a fost creat în laboratoarele firmei Intel și a fost lansat oficial pe piață ca standard la 31 iulie 1996 (ca versiunea 1.0). Așa cum era de așteptat, acest model nou de magistrală produs de firma Intel se bazează pe standardul PCI și respectă protocolul și sistemul de semnale PCI. Datorită vitezei foarte mari pe care o permite – cam de patru ori viteza unei magistrale PCI obișnuite – această conexiune folosește un tip de conector incompatibil cu cele cunoscute și impune restricții severe în ceea ce privește dispunerea părților componente. Intel a creat acest model de conexiune special pentru microprocesorul Pentium Pro și a anunțat că circuitele mai rapide de cache și de calcul în virgulă mobilă din procesorul Pentium Pro îi conferă performanțe superioare în sistemele proiectate pentru grafică 3D. Un procesor mai slab ar face ca sistemul AGP să devină un fel de clepsidră în formă de cilindru – dacă este întoarsă, tot nisipul ar cădea instantaneu pe fund; tot așa ar zbura datele printr-un sistem AGP la care lățimea de bandă este prea mare pentru posibilitățile microprocesorului.

La 4 mai 1998 firma Intel a lansat versiunea 2.0, revizuită, a standardului AGP. Îmbunătățirile au privit două categorii de probleme. Adăugând un mod de transfer, Intel a creat pentru AGP un mod nou de lucru cu o viteză de patru ori mai mare. În plus, noua specificație permite operarea la tensiuni mai mici. Pe lângă nivelul de 3,3 volți permis de versiunea 1.0, este acceptat și nivelul de 1,5 volți.

Rețineți faptul că sistemul Windows NT 4.0 nu include suport complet pentru AGP. Utilizarea tuturor facilităților slotului presupune suportul DirectX și prima versiune de Windows NT cu suport integrat este Windows 2000. Windows NT 4.0 va lucra cu plăci video AGP, însă acest sistem de operare nu are suport decât pentru modurile de grafică bidimensională.

AGP încorporează acum nu doar o altă legătură, ci un acces dedicat, canalizat către memoria principală din sistem. Luându-se în calcul și lățimea de bandă mărită, acest model permite unui cip accelerator de pe o placă de extensie AGP să folosească memoria principală pentru o serie de funcții video cum ar fi utilizarea bufferului z, maparea texturii și combinarea alfa.

Deși se bazează pe versiunea 2.1 a specificațiilor PCI, modelul AGP are în plus față de acestea trei elemente: memorie canalizată (pipelined memory), care elimină practic stările de așteptare, linii separate pentru adrese și date pe magistrală, care reduc numărul de cicluri necesar unui transfer și o specificație specială de sincronizare care permite operații la frecvența de 133 MHz pe o magistrală de 32 biți, ajungându-se astfel la rate de transfer de ordinul a 500 MB/sec. Viteza reală a ceasului pentru o magistrală AGP este de 66 MHz, fiind similară cu cea prevăzută în specificațiile PCI 2.1. Pentru a obține rate mai mari de transfer al datelor, sistemul AGP se bazează pe două tehnologii mai deosebite, care vor fi prezentate în secțiunile „Modul de transfer 2x“ și „Modul de transfer 4x“ din acest capitol.

Sistemul AGP partajează același spațiu de adrese fizice de memorie cu sistemul PCI și cu microprocesorul. De asemenea, folosește o magistrală de adrese de 32 de biți care poate opera cu un domeniu de adrese de 4 GB. Pentru a lucra cu magistrala proprie de date de 32 de biți, AGP transferă întotdeauna datele în blocuri de câte 8 octeți, practic dublu față de performanțele unui transfer PCI standard (în care datele sunt grupate pe blocuri de câte 4 octeți). Pentru a lucra și cu tipurile mai mici de date, interfața AGP permite și lucrul cu modurile de transfer PCI.

Deși are la bază standardul PCI, interfața AGP posedă propriul set de comenzi și propriul protocol de transfer. Această interfață acceptă și transferuri AGP, dar și transferuri PCI obișnuite (ca moduri separate de operare).

Spre deosebire de PCI, unde ciclurile de adrese și de date erau interconectate, în modurile AGP aceste cicluri sunt separate. Această caracteristică permite și operații de intercalare a altor date între cicluri. În acest fel, canalul este alimentat în permanență cu date de către sistem. Fiecare cerere de acces prin interfața AGP este plasată într-o coadă unde așteaptă transferul datelor asociate. Dispozitivele AGP înregistrează cererile de acces și datele în circuitele hardware proprii. Cererile de acces din coada de așteptare sunt grupate după prioritate în două subcozi (cu prioritate mare și cu prioritate mică). Transferurile PCI au propria coadă de așteptare.

Arhitectura AGP permite maxim 256 de tranzacții simultane prin canal, dar capacitățile hardware limitează fluxul de date. Când un sistem Plug-and-Play setează placa AGP, circuitele hardware AGP raportează profunzimea maximă care poate fi asigurată de canal în calculatorul gazdă.

Pe de altă parte, modurile de transfer AGP permit doar accesul la memorie. Magistrala nu are legături cu porturile de intrare/ieșire sau cu memoria de configurare. În plus, pentru a se obține o viteză mare de lucru prin interfața AGP, s-a renunțat la funcția de spionare a cache-ului, astfel că modificările efectuate prin AGP nu sunt reflectate în mod obligatoriu în memoria cache.

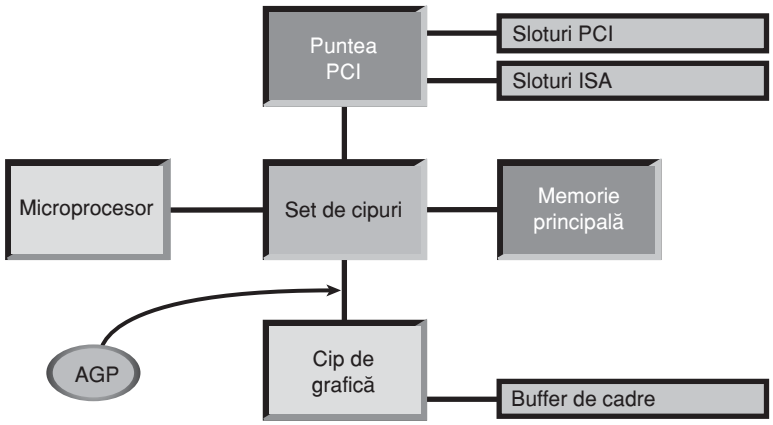
## Arhitectura

AGP ilustrează foarte clar noul rol al sistemului video pentru viitoarele generații de PC-uri. Prin intermediul AGP, sistemul video capătă propria sa interfață și o conexiune dedicată. Nu mai trebuie să partajeze o magistrală de date nici cu plăcile de extensie, nici cu memoria sistemului. Acum are o legătură directă cu creierul PC-ului, reprezentat de microprocesor și setul de cipuri.

AGP reprezintă de fapt a patra magistrală a unui PC modern, adăugându-se la magistrala de compatibilitate (ISA), magistrala de extensie de mare viteză (PCI) și magistrala memoriei. Semnalele de pe interfața AGP intră în aceeași logică de control a

sistemului, care leagă magistrala PCI și memoria principală într-un PC obișnuit. Așa cum este prezentat în Figura 17.1, arhitectura AGP oferă sistemului de grafică al unui PC aceeași conexiune directă cu setul de cipuri de care beneficiază microprocesorul, puntea PCI și sistemul de memorie.

**FIGURA 17.1**
*Diagrama bloc în care este ilustrat rolul AGP în arhitectura sistemelor moderne.*




AGP nu operează decât între două dispozitive. Prin definiție, unul dintre acestea trebuie să fie controllerul de memorie al sistemului, care face parte de obicei din setul de cipuri al PC-ului. Pentru sistemul AGP, setul de cipuri este dispozitivul destinație, iar transferurile AGP sunt controlate de placa de grafică legată în capătul celălalt al conexiunii, care are rol de master. În modurile de transfer PCI, setul de cipuri gazdă operează ca un secvențiator PCI, capabil să funcționeze și ca master, și ca destinație. Placa video nu poate opera decât ca destinație PCI, dar poate avea și anumite funcții de master.

### Modul de operare

Firma Intel a specificat că interfața AGP poate fi folosită în două moduri diferite. *Modelul DMA* prezintă AGP ca pe un canal rapid de transfer al unor blocuri mari de date între un buffer de cadre dedicat și memoria principală a sistemului. Cipul de grafică al PC-ului dumneavoastră ar putea funcționa convențional, operând în memoria de pe placa de extensie și trimițând cele mai multe operațiuni direct în bufferul de cadre. Pentru a muta datele unei imagini din biți din memoria sistemului în bufferul de cadre, sistemul poate efectua transferurile DMA prin interfața AGP. *Modelul de execuție* vede AGP ca pe o metodă de conectare a acceleratorului de grafică la memoria principală. Cipul accelerator de pe placa video poate folosi memoria principală pentru a executa funcții de nivel înalt, cum ar fi dezimțuirea și randarea 3D. Cipul de grafică poate folosi legătura AGP pentru a desena date din memoria sistemului și pentru a păstra rezultatele intermediare, încărcând datele finale ale imaginii în bufferul de cadre local.

În ambele cazuri, transferurile sunt mediate identic. În prima fază, dispozitivele situate la capetele conexiunii negociază modul de utilizare a interfeței.

Când operează în modul AGP normal, controllerul de grafică începe fiecare tranzacție făcând o cerere de acces la setul de cipuri al plăcii de bază. Setul de cipuri înregistrează cererea și o adaugă lângă cererile altor taskuri care au solicitat utilizarea magistralei. Setul de cipuri poate acumula mai multe cereri de operații grafice și poate începe prelucrarea acestora în timp ce așteaptă terminarea transferului curent de date. De fapt, etapele de prelucrare presupuse de cererile de transfer sunt canalizate, la fel ca instrucțiunile dintr-un microprocesor evoluat.

Cererile de transfer pe canale sunt repartizate în două cozi de așteptare, prima cu prioritate mare, iar a doua cu prioritate mică, pentru fiecare cerere de citire și, respectiv, scriere. Sistemul AGP lasă responsabilitatea urmăririi stării tuturor transferurilor în seama controllerului de grafică solicitant, iar controllerul stabilește numărul de cereri plasate în fiecare coadă de așteptare. Setul de cipuri prelucrează cererea – de exemplu, transferul unor date din memoria sistemului în bufferul de cadre – imediat ce sistemul este disponibil să o trateze. Dacă resursele sistemului permit, pot fi prelucrate simultan cereri din ambele cozi de așteptare, ceea ce înseamnă că prelucrările cererilor de citire și de scriere pot fi intercalate.

Când operează în modul PCI, controllerul de grafică se comportă ca orice dispozitiv PCI. Deși modelul de bază al sistemului AGP oferă control separat pentru tranzacțiile PCI efectuate pe magistrală, transferurile PCI nu sunt canalizate la fel ca tranzacțiile AGP native.

Magistrala PCI reprezintă baza pentru semnalele folosite în transferurile AGP. Standardul AGP îmbunătățește standardul PCI cu câteva semnale speciale de control, pe care firma Intel le-a denumit *semnale de bandă laterală (sideband signals)*. Aceste semnale pot modifica sincronizarea pe magistrala PCI pentru a permite creșterea productivității. În timpul transferurilor AGP, liniile de date PCI și de control al magistralei transportă în continuare informații, însă acum există un nou semnal, PIPE#, care definește transferul AGP, la fel cum semnalul FRAME# definește transferurile PCI.

Când semnalul PIPE# este activ, sistemul operează în modul de transfer AGP 2X și transferă pe magistrală câte două seturi de date în fiecare ciclu. De fapt, productivitatea mare a interfeței AGP se datorează în egală măsură organizării cererilor pe cozi de așteptare, canalizării, execuției operațiilor în paralel și ciclului dublu de transfer.

Protocoalele definite de standardul AGP (de exemplu, canalizarea) sunt suprapuse pe magistrala PCI într-un moment și într-un mod care permite unui agent de magistrală PCI (non-AGP) să vadă magistrala ca fiind liberă. În această manieră sunt tratate atât cererile canalizate de acces (de citire sau de scriere), cât și transferurile rezultate de date. Interfața AGP utilizează atât tranzacțiile nemodificate ale magistralei PCI, cât și tranzacțiile AGP canalizate, așa cum au fost definite în această carte. Ambele clase de tranzacții sunt intercalate pe aceeași conexiune fizică. Porțiunea de cerere de acces a unei tranzacții AGP (comanda de magistrală, adresa și lungimea) este semnalizată diferit față de o fază de adresare PCI. Informația este transferată în continuare prin semnalele AD și C/BE# de pe magistrală, ca și cum ar fi vorba de PCI 6, însă este identificată (încadrată) cu un semnal de control nou, PIPE#, la fel cum fazele de adresă PCI sunt identificate cu ajutorul semnalului FRAME#.

**Modul de transfer 2x**

Pentru sistemele de înaltă performanță în care capacitatea potențială de transfer de 266 MB/sec a interfeței AGP nu este suficientă, specificația AGP inițială a permis efectuarea de transferuri cu viteză mai mare prin *modul de transfer 2x*. Folosind tehnica deja testată a *frecvenței de ceas dublate (double clocking)*, modul 2x crește capacitatea maximă posibilă de transfer a sistemului AGP la 533 MB/sec.

Frecvența dublată cere semnalului de ceas să efectueze o muncă dublă, codificând transferurile atât pe fronturile anterioare, cât și pe cele posterioare. Aceasta înseamnă că tranziția ce marchează începutul semnalului de ceas declanșează un transfer pe magistrală, iar tranziția care termină semnalul de puls al ceasului declanșează un alt transfer. În cele mai multe sisteme logice și în modul AGP standard numai frontul anterior al semnalelor de ceas valida datele permițând transferul.

Pentru îmbunătățirea fiabilității, modul de transfer 2x folosește trei semnale *strob*[1] în afară de ceasul propriu-zis. Semnalul de ceas este inițiat în PC-ul dumneavoastră ca parte din setul intern de semnale PCI. Spre deosebire de acesta, semnalele strob sunt generate de dispozitivul care trimite datele. Când PC-ul trimite date către placa AGP, PC-ul creează semnalele strob. Când placa AGP trimite date către PC, aceasta generează și semnalele strob. Deoarece dispozitivul expeditor generează atât semnalele de date, cât și pe cele strob, relația de sincronizare dintre dispozitive poate fi controlată mult mai precis.

Semnalele strob apar numai în cadrul interconexiunii dintre circuitele AGP de transmitere și recepție și respectiv conexiunea hardware dintre ele. În terminologia AGP, aceasta este *bucla interioară (inner loop)*. Restul sistemului AGP formează *bucla exterioară (outer loop)*.

Specificația definește semnalele strob individuale pentru cei 16 biți inferiori și cei 16 biți superiori de pe magistrala AGP, ca și pentru banda laterală. Circuitele AGP tratează semnalele strob la aceeași frecvență ca ceasul AGP, însă specificația definește mult mai clar sincronizarea acestor semnale. Stările activă și inactivă ale semnalului strob sunt egale, astfel că fronturile anterioare și posterioare ale semnalelor sunt spațiate egal și transferurile codificate în funcție de fronturi au loc uniform.

**Modul de transfer 4x**

În încercările de îmbunătățire a performanțelor interfeței AGP, inginerii de la firma Intel s-au confruntat cu o problemă importantă. Modelul inițial atinsese deja limita de înaltă frecvență a sistemului de conectare. Creșterea vitezei sistemului AGP ar fi presupus reproiectarea acestuia folosind tehnologii mai noi și mai scumpe. Pentru evitarea acestor probleme, inginerii de la Intel au efectuat modificări numai în cadrul buclei interioare, proiectând un sistem mai elaborat de validare.

Pentru a crea modul de transfer 4x, ei au dublat frecvența semnalelor strob și a datelor codificate pentru acestea. Această modificare a dublat încă o dată productivitatea potențială a sistemului, ajungându-se astfel la o viteză maximă de 1.066 MB/sec.

O dată cu creșterea produsă în frecvența semnalelor strob a apărut și necesitatea pentru o definire mai clară a sincronizării semnalelor. Firma Intel a creat precizia necesară adăugând încă trei semnale strob suplimentare. Fiecare dintre acestea este împerecheat cu unul dintre semnalele din modul de transfer 2x, însă are polaritate inversă, transformând astfel fiecare strob într-o pereche distinctă. Când unul dintre semnalele strob dintr-o pereche trece de la valoarea superioară la valoarea inferioară, celălalt face trecerea inversă, de jos sus. La un moment dat, în timpul tranzițiilor pereche, cam la jumătatea distanței dintre ele, valorile tensiunilor celor două semnale sunt egale; pe o diagramă de sincronizare, valorile se intersectează. Modul de transfer 4x codifică fiecare transfer cu una dintre aceste intersectări. Deoarece intersectările au loc de două ori în fiecare ciclu de strob și frecvența de strob este dublă față de frecvența de ceas a sistemului AGP standard, au loc de patru ori mai multe transferuri comparativ cu sistemul AGP standard.

Firma Intel a mai efectuat o operație pentru a ajuta interfața AGP să ajungă la viteza cerută de modul de transfer 4x. A scăzut tensiunea de lucru a semnalelor, ceea ce a ajutat lucrul cu capacitanța inerentă în orice sistem de tip magistrală. Toate plăcile AGP care operează în modul de transfer AGP 4x trebuie să folosească semnale de 1,5 volți.

---

1 Strob (engl. strobe) – semnal de sincronizare care inițiază și coordonează trecerea datelor, de obicei prin interfața unui dispozitiv de intrare/ieșire (I/O). (n. trad.)

### Plăcile de extensie

Modelul AGP presupune că cipul accelerator 3D și bufferul de cadre sunt plasate pe placa de extensie și nu pe placa de bază, deși nimic din arhitectura interfeței nu exclude plasarea tuturor circuitelor pe placa de bază. Într-un PC obișnuit, un slot de extensie care suportă conexiunea AGP se potrivește pe placa de bază la fel ca un slot PCI, deoarece respectă aceleași cerințe spațiale și dimensionale. Deși există cazuri în care într-un PC sau pe o placă de bază este eliminat un slot PCI pentru a se introduce un slot AGP, interfața AGP este separată electric de sloturile PCI și nu reduce numărul de sloturi care pot fi conectate la o singură punte.

Modelul de placă AGP este realizat după o placă PCI convențională, pentru ca acestea să poată fi utilizate în calculatoarele cu înălțime standard – cele care respectă (sau sunt similare cu) modelul ATX. Pentru aceste sisteme, standardul AGP inițial specifică două dimensiuni de placă. O placă AGP cu înălțime standard măsoară 107 milimetri (4,2 inci) în înălțime și 312 milimetri (12,28 inci) în lungime. Plăcile scurte au lungimea de numai 175 milimetri (6,875 inci). În Figura 17.2 sunt prezentate aceste dimensiuni de bază.

**FIGURA 17.2**
*Dimensiunile unei plăci video AGP de tip ATX.*

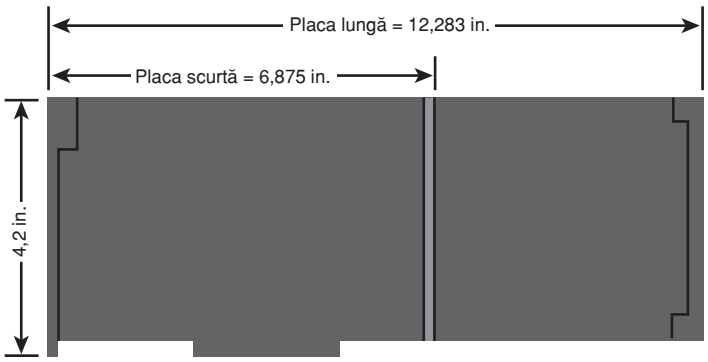
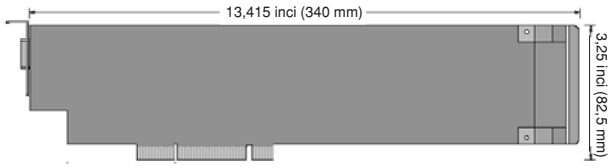
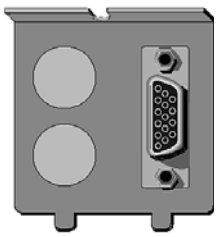



**FIGURA 17.3**
*Dimensiunile unei plăci video AGP stil NLX.*




Pentru calculatoarele cu profil redus care respectă standardele NLX, standardul revizuit AGP 2.0 pune la dispoziție o formă specială de placă, cu înălțimea mai mică și puțin mai alungită, care permite adaptoarelor de grafică AGP să se conecteze la placa de bază (spre deosebire de plăcile multiextensie necesare altor plăci de extensie pentru conectare). În Figura 17.3 sunt prezentate dimensiunile plăcii AGP stil NLX.

**FIGURA 17.4**
*Consola unei plăci video AGP stil NLX.*



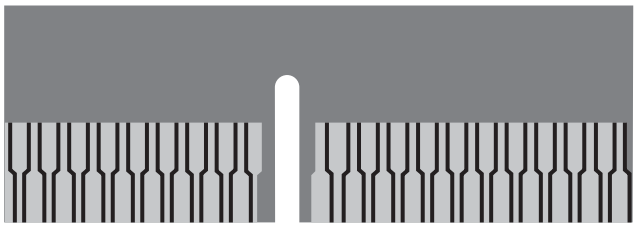
Spațiul dintre contactele plăcilor de extensie AGP în calculatoarele ATX este același ca la plăcile PCI și ISA, adică 0,8 inci (20,3 mm). În astfel de sisteme, plăcile AGP folosesc același model de consolă ca și plăcile PCI obișnuite. În modelul NLX însă, este necesară o consolă specială, așa cum este cea prezentată în Figura 17.4.

### Conectorul

Deși slotul AGP dintr-un PC folosește un conector de margine, acesta este un model complet diferit față de cele folosite în sloturile PCI. Diferența fizică împiedică

introducerea unei plăci de extensie într-un slot necorespunzător. Există și alte elemente ale interfeței AGP care influențează forma conectorului. Modelul ales de proiectanți intercalează două șiruri de contacte plasate la două adâncimi diferite în interiorul conectorului, având elementele de contact de pe conectorul de margine aranjate în zig-zag, așa cum este prezentat în Figura 17.5.

**FIGURA 17.5**
*Dispunerea contactelor de densitate mare la un conector de margine AGP.*



Elementele de contact intercalate pe placa AGP fac imposibilă cuplarea plăcilor AGP în timpul funcționării calculatorului (cuplarea la cald). Aceasta înseamnă că nu trebuie să introduceți o placă AGP în slot în momentul în care PC-ul este alimentat cu energie electrică. Când introduceți o placă într-un slot, elementele de contact cele mai apropiate de marginea plăcii pot atinge contactele de sus ale conectorului. Chiar și o atingere rapidă poate crea probleme ciudate, modificând semnalele pe placă și în interiorul PC-ului. Intel recomandă ca plăcile AGP să fie introduse în sloturile lor cât mai drept posibil, fără a le balansa și a le forța să intre în conector. Chiar dacă este întreruptă alimentarea calculatorului, frecarea poate deteriora contactele miniaturizate ale conectorului AGP.

### UMA

Arhitectura unificată de memorie (Unified Memory Architecture) reprezintă o altă metodă de proiectare a unui PC, cu costuri reduse de construcție. Această tehnologie are un efect benefic asupra performanțelor video. Datorită faptului că bufferul de cadre este integrat în memoria principală a PC-ului, imaginile bitmap nu mai sunt nevoite să traverseze nici o magistrală de date I/O. Desigur, memoria folosită de bufferul de cadre nu mai poate fi folosită de programe, însă în prezent prețurile la memorii fac această pierdere aproape insesizabilă.

Pentru a asigura un standard comun pe baza căruia proiectanții să poată crea interfața electrică și logică dintre sistemul video care folosește UMA și nucleul logic al unui PC, grupul VESA a dezvoltat un standard propriu, denumit *VESA Unified Memory Architecture*. Publicat pentru prima dată în luna martie 1996, VUMA permite adăugarea la PC de dispozitive externe care pot partaja accesul direct la sistemul memoriei principale pentru a o folosi ca pe un buffer de cadre. Cu toate că UMA a devenit o tehnologie răspândită în PC-urile ieftine, chiar și după lansarea acestui standard dispozitivele auxiliare care folosesc tehnologia nu sunt foarte răspândite.

## Interfețele inter-card

Adaptorul de grafică generează toate semnalele afișate de monitorul dumneavoastră. Monitoarele obișnuite pentru PC-uri nu au resurse pentru mixarea semnalelor video provenite din mai multe surse diferite și pentru afișarea lor împreună.

Însă uneori apar situații în care doriți să combinați mai multe surse video. De exemplu, dacă aveți în PC-ul propriu un adaptor pentru televizor, puteți încerca afișarea semnalului de televiziune în Windows, eventual sub forma unei ferestre între celelalte aplicații de pe ecran. PC-ul trebuie să fie capabil să combine într-un fel cele două surse de semnal *înainte* ca semnalele finale să ajungă la monitor.

Mixarea digitală a semnalelor este o operație dificilă, care poate fi efectuată de microprocesoarele existente, dar care le-ar lăsa acestora foarte puține resurse pentru executarea celorlalte funcții. Tehnologia de suprapunere video, despre care am discutat în capitolul precedent, elimină aproape în totalitate supraîncărcarea memoriei. Însă această metodă pune o problemă sâcâitoare – aducerea celor două semnale (video și grafic din PC) împreună în interiorul PC-ului.

Tendința modernă este de a trata totul – video și grafică – pe o singură placă sau pe o placă de grafică având o placă subordonată dedicată pentru lucrul cu semnale video. În al doilea caz, un conector specific de pe placa de grafică transferă semnalele înainte și înapoi.

Când doriți să combinați componente de la producători diferiți, de exemplu decodorul MPEG care însoțește o unitate DVD nouă și adaptorul de grafică instalat în PC-ul dumneavoastră, sunteți pus în fața problemelor unei conexiuni video. De-a lungul anilor au fost dezvoltate și standardizate mai multe scheme de conexiune între plăci (inter-card connection).

## Placa intermediară

Singurul model universal este *placa intermediară (loop-through board)*. Acest dispozitiv simplu interceptează semnalul de la adaptorul de grafică la nivelul conexiunii externe – cea care ajunge direct la monitor – și interpune o altă placă. Un scurt cablu intermediar este introdus în soclul de ieșire din spatele plăcii de grafică și apoi direct în intrarea plăcii video. Semnalele sunt mixate pe placa video, iar dumneavoastră conectați monitorul la o ieșire a acestei plăci.

Ca procedură practică, desfaceți cablul monitorului de la placa de grafică și îl introduceți în placa video. Apoi conectați placa grafică și placa video cu un cablu scurt prin spatele PC-ului. Acest cablu formează un semicerc – aproape o buclă – în spatele PC-ului.

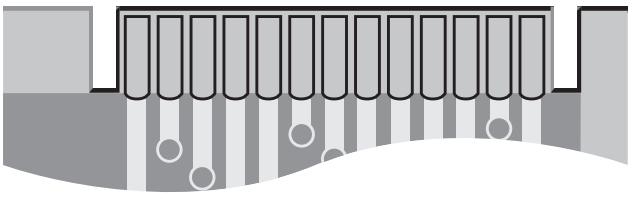
Oricât de rudimentar pare, acest sistem de conexiune este foarte eficient pentru plăcile de suprapunere video. Unele modele noi de decodoare MPEG se bazează încă pe această tehnologie.

## Conectorul video auxiliar VGA

Conexiunile interne sunt mai precise și mai fiabile din anumite puncte de vedere. Ca o remarcă, este puțin probabil să le deconectați accidental.

Prototipul pentru toate schemele interne de conexiune video inter-card a fost conectorul video auxiliar VGA lansat pe piață de firma IBM în anul 1987. Denumit deseori *conector VGA (VGA Feature Connector)*, acesta permitea accesoriilor suplimentare să partajeze semnalele și să controleze setul de circuite VGA de pe placa de grafică (sau de pe placa de bază) până la nivelul de dezactivare totală a sistemului VGA. Acest model inițial folosea un conector de margine, care este prezentat în Figura 17.6.

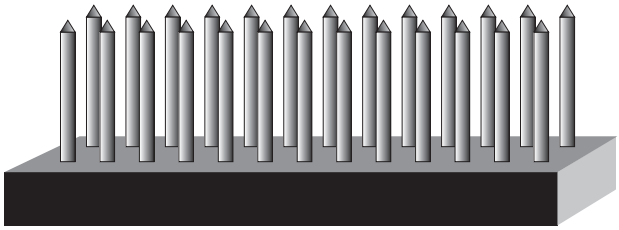
**FIGURA 17.6**
*Conectorul video auxiliar VGA.*



## Conectorul VESA

În ciuda adoptării sale pe scară largă o dată cu răspândirea plăcilor VGA, conectorul VGA a rămas un model proprietar. VESA l-a folosit ca bază pentru propriul conector (*VESA Feature Connector*), care a devenit un standard industrial. Diferența de bază este că modelul VESA folosește un conector cu contacte pe pini, așa cum este cel prezentat în Figura 17.7, și nu un conector de margine.

**FIGURA 17.7**
*Conectorul video VESA. Pinul Z1 se găsește pe rândul din spate, primul din dreapta.*



## Conectorul VESA avansat

Atât conectoarele VGA, cât și cele VESA sunt limitate la semnalele folosite de sistemul VGA și nu sunt utile pentru lucrul cu rezoluții mai mari de 640x480 pixeli în 256 de culori. Pentru a satisface cererea pentru un canal cu performanță ridicată destinat cuplării sistemelor de grafică și video, VESA a proiectat o conexiune nouă, de înaltă performanță, denumită *conector VESA avansat (VESA Advanced Feature Connector*).

Lansat pe piață în luna martie 1994, acest model are o capacitate de transfer de până la 150 MB/sec printr-un canal de date pe 16 sau 32 de biți care operează la o frecvență de ceas maximă de 37,5 MHz și acceptă rezoluții de până la 1024x768. În implementarea completă pe 32 de biți, VAFC folosește un conector de mare densitate cu 80 de pini, la care spațiul dintre pini este de 0,1 pe 0,05 inci.

## VESA Media Channel

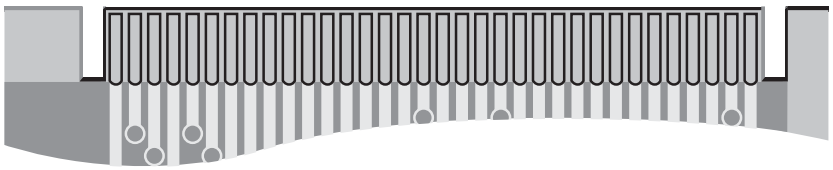
Pentru a transfera în timp real informații video necomprimate prin calculatoarele și echipamentele multimedia derivate din tehnologia PC, VESA a anunțat în luna septembrie 1994 o nouă interfață de magistrală, de mare viteză, denumită *VESA Media Channel (VM Channel)*. Această interfață a fost proiectată pentru a realiza legătura între dispozitivele multimedia dintr-un PC sau cu alte echipamente independente ale magistralei PCI.

VM Channel este o magistrală pe 32 de biți, care operează la frecvențe de până la 33 MHz și suportă o arbitrare completă între maxim 15 dispozitive interconectate. Prin interfața VM Channel, datele sunt difuzate și nu schimbate. Aceasta înseamnă că atunci când o sursă trimite date video, magistrala transmite datele tuturor dispozitivelor conectate la ea. Fiecare dispozitiv determină singur dacă trebuie să accepte și să folosească datele.

Pentru a obține rata mare de transfer al datelor, magistrala VM Channel operează în principiu izosincron, însă există și un semnal Not-ready (Nepregătit), care inhibă transmiterea datelor de la dispozitivul sursă, astfel încât informațiile nefolosite sau inutile să nu ocupe degeaba lățimea de bandă. Când un dispozitiv preia controlul magistralei VM Channel și apoi recepționează un semnal Not-ready, controlul trece de la acest dispozitiv la următorul care trebuie să transfere date prin canal.

Conectorul VM Channel standard este un conector de margine având lamelele de contact dispuse la intervale de dimensiunea 0,05 inci (1,27 mm). Acest conector se găsește atât pe plăcile video ISA, cât și pe cele PCI. Figura 17.8 prezintă modelul conectorului.

**FIGURA 17.8**
*Conectorul de margine al unei plăci VESA Media Channel.*



### Portul pentru interfață video VESA

Legătura actuală aprobată de VESA între două dispozitive video este *portul pentru interfață video VESA (VESA Video Interface Port*), introdus pe piață în iunie 1997. Inițial s-a dorit oferirea unei alternative de înaltă performanță la conectorul obișnuit, care să permită transferuri de date video de mare viteză între plăcile de extensie independente legate la magistrala de extensie. În octombrie 1998, standardul a fost revizuit în versiunea curentă (2.0) pentru a adapta mai bine decodoarele MPEG și semnalele sistemelor HDTV.

## Modul de operare

Placa de grafică din PC-ul dumneavoastră operează la fel ca orice alt dispozitiv hardware, fiind controlată din Windows de un driver de dispozitiv instalat special pentru modelul respectiv de adaptor de grafică. Totuși, există o diferență. Adaptorul de grafică este un dispozitiv de încărcare și trebuie să opereze în timpul încărcării PC-ului, astfel încât acesta să poată monitoriza evoluția procesului. De asemenea, s-ar putea să fie necesar să vedeți și dumneavoastră ce face PC-ul pentru a-l putea configura corespunzător. Ca urmare, adaptorul de grafică trebuie să fie capabil să funcționeze independent de orice sistem de operare.

Memoria BIOS asigură funcțiile necesare în timpul procesului de încărcare. De asemenea, oferă și funcționalitatea de bază. Aceasta înseamnă că, dacă dumneavoastră nu instalați un driver, BIOS oferă modul de bază pentru operarea sistemului video.

Pentru a asigura o bază comună pentru acest mod de operare de bază, toate adaptoarele de grafică pornesc lucrul în modul VGA. Aceasta înseamnă că emulează vechiul sistem VGA. De exemplu, în modul de siguranță Windows revine în modul VGA.

VGA oferă și un model solid pentru înțelegerea modului de operare de bază a plăcii de grafică din PC-ul dumneavoastră. Modul VGA este folosit de toate adaptoarele de grafică din PC, iar acestea sunt construite după funcțiile VGA de bază.

## Încărcarea

IBM a lansat VGA în lumea calculatoarelor în anul 1987, probabil ca singura componentă de durată a arhitecturii Micro Channel din sistemele PS/2. Numele VGA a derivat din numele dat de IBM unui cip VLSI. Acest cip, *Video Graphics Array*, a integrat toate funcțiile controllerelor video folosite în modelele IBM precedente, astfel că avea compatibilitate totală cu produsele software mai vechi. Cipul Video Graphics Array folosea tehnologia vectorului de porți (care este un set de circuite logice dedicate unei funcții, și nu programabile ca microprocesoarele). Deoarece genera semnale video, numele Video Gate Array era foarte natural. Toate aceste caracteristici, care au fost luate de bune în prezent, au stat la baza denumirii VGA.

Datorită compatibilității prevăzute prin proiectare, sistemul VGA păstrează o mulțime de componente, majoritatea dintre ele fiind învechite și uzate. Sistemele VGA simple

operează în oricare dintre cele patru rezoluții inițiale, în funcție de modul video cerut de software. La schimbarea rezoluției, semnalele lor comută între trei înălțimi de imagine și două frecvențe de reîmprospătare (sincronizare verticală).

## Modurile de text

Modul prestabilit de operare al sistemului VGA, cel pe care îl vedeți la pornirea PC-ului și care afișează caracterele care vă spun ce calculator ați deschis, este un mod de caractere mapate, moștenit de la primul sistem de afișare pentru PC-uri. Acesta permite PC-ului dumneavoastră să pornească afișând pe ecran mesaje de text, astfel încât să puteți citi mesajele de diagnosticare și să vă bucurați de mesajele cu drepturi de proprietate ale diferitelor memorii BIOS instalate. Acest mod de text împarte ecranul într-o matrice de 80 de coloane și 25 de linii.

Deși VGA permite operarea atât în mod color, cât și în mod monocrom, aproape toate PC-urile pornesc în modul color. Caracteristica cea mai importantă care deosebește acest mod este că sistemul VGA găsește bufferul de caractere la adresa de bază 0B8000(Hex) și vă permite (dumneavoastră sau aplicațiilor dumneavoastră) să alegeți oricare dintre cele 16 culori de prim-plan și 16 culori de fundal pentru fiecare caracter text. De asemenea, puteți face caracterele individuale să clipească (există și produse software care schimbă funcția de clipire cu un set de opt culori suplimentare de fundal). În modul de text monocrom puteți să selectați în loc de culori atributele de caractere. Atributele disponibile sunt intensitatea culorii (strălucitor sau estompat), sublinierea, modul video invers și clipirea.

Deosebirea dintre modurile de text color și monocrom este importantă pentru că este posibil ca aplicațiile software care scriu direct în memoria video să nu poată găsi ecranul corect dacă sistemul dumneavoastră se află într-un mod eronat. Memoria monocromă se găsește la o altă adresă – 0B0000(Hex) – iar un text trimis într-un loc greșit nu va apărea pe ecran. La începutul anilor ’90, această problemă se manifesta uneori când conectați la PC un monitor monocrom și sistemul VGA trecea în modul monocrom atunci când PC-ul încă scria în locațiile de memorie ale modului color. Pe ecran nu apărea decât un simplu cursor. Problema a dispărut o dată cu dispariția monitoarelor monocrome.

Sistemul VGA de bază include trei tipuri de fonturi, caracterele proprii 9 pe 16 și alte două tipuri păstrate pentru compatibilitate cu standardele de rezoluție mai mică, 8 pe 8 și 9 pe 14. În plus, permite descărcarea a încă maxim 8 fonturi suplimentare, fiecare cu câte 256 de caractere. Sacrificând 8 dintre culorile posibile pentru prim-plan, sistemul VGA permite utilizarea pe ecran a până la 512 caractere diferite. Fonturile necesare cu câte 512 caractere (pot fi folosite maxim patru) sunt descărcate foarte simplu în pozițiile utilizate de două dintre fonturile mai mici.

Cursorul din sistemul VGA urmează modelul discutat anterior, frecvența sa de clipire este fixată prin hardware, iar dimensiunea poate fi modificată prin regiștrii de control 6845.

## Modurile de grafică

Modurile de grafică native ale sistemului VGA operează la o rezoluție de 640 de pixeli pe orizontală și 480 de pixeli pe verticală. Această rezoluție este cea mai mare suportată de sistemele standard VGA, iar modul de lucru folosit în Windows se numește mod de siguranță. Deoarece cele mai multe ecrane de monitoare au raportul între înălțimea și lățimea imaginii de 4:3, fiecare pixel ocupă pe ecran o suprafață pătrată. Alte standarde de afișare (de fapt, alte moduri de grafică VGA) produc pixeli alungiți, care complică aparatul matematic necesar pentru desenarea formelor pe ecran.

Deoarece a fost creat într-o perioadă în care memoriile era scumpe, sistemul VGA folosește maparea culorilor. Aceasta înseamnă că pentru a extinde domeniul aparent de culori și pentru a genera imagini mai realiste, standardul VGA utilizează avantajul unui tabel de căutare a culorilor pentru maparea nuanțelor. Fiecare dintre cele 256 de intrări dintr-un tabel de căutare a culorilor codifică o nuanță din 262.144 posibile.

Numărul maxim de nuanțe din sistemul VGA de bază rezultă din sistemul de generare a culorilor din circuitele electronice VGA. Sistemul VGA inițial produce semnale analogice pentru monitoare, iar aceste semnale sunt derivate din trei convertoare digital-analogice pe șase biți. În primele circuite VGA, toate cele trei canale DAC au fost integrate într-un singur cip. Fiecare canal DAC pe șase biți codifică 64 de intensități ale unei culori primare (roșu, albastru sau verde). Combinate împreună, sunt posibile 64 ori 64 ori 64 (adică 64 la puterea a treia sau $2^{18}$) combinații de niveluri de culoare, adică potențialul de 262.144 de nuanțe. Deși aproape toate plăcile de grafică oferă mai multe culori la nivelul de rezoluție de 640x480 de pixeli, acestea nu sunt moduri VGA și nu sunt suportate de driverele VGA standard.

Tabelul de căutare a culorilor existent în circuitele VGA originale făcea parte din cipul RAMDAC, care asigura 256 de regiștri, fiecare dintre aceștia fiind capabil să memoreze codul de 18 biți pentru culoare.

### Detectarea modului monocrom și operarea în acest mod

Doi pini din conectorul VGA permit detectarea tipului de monitor. Monitoarele monocrome atribuie pinului 12 funcția de masă video și nu au pin sau conexiune pentru pinul 11. Monitoarele color sunt legate invers: conectorul de la monitor nu are pinul 12 și folosește pinul 11 ca masă video. Această funcție de masă digitală este duplicată și pe pinul 10 astfel că monitoarele cărora le lipsește pinul de sesizare vor putea recepționa fără probleme toate semnalele imaginii.

Este prestabilit ca circuitele VGA să transmită în exterior semnalul atribuit culorii verde atunci când detectează un monitor monocrom. Desigur, domeniul de culori al sistemului VGA este periclitat de această operație, însă VGA compensează aceasta translatând culorile în până la 64 de nuanțe de gri, rezultat al faptului că semnalul verde este capabil să lucreze cu 26 de intensități diferite, limitate de canalul verde pe 6 biți al convertorului digital-analogic.

## Modul normal de operare

Windows rămâne în modul VGA cât timp încarcă driverele și se inițializează. Chiar înainte de încărcarea programelor, sistemul trece în modul video pe care l-ați ales prin meniul Display Properties.

Driverul software comunică sistemului Windows caracteristicile plăcii de grafică din calculatorul dumneavoastră, care limitează opțiunile de rezoluție și profunzime de culoare și, împreună cu informațiile oferite de monitor, frecvența de reîmprospătare. Valorile pentru profunzimea culorii și rezoluție interacționează și sunt limitate de cantitatea de memorie disponibilă pentru sistemul de afișare, așa cum s-a discutat în secțiunea „Planurile de culori“ din Capitolul 16.

# Capitolul 18
# Displayurile

*Displayul este gaura cheii prin care încercați să vedeți ce face calculatorul. Nu puteți să faceți nimic fără un display și nu puteți să lucrați bine dacă nu aveți un display bun. Calitatea finală a ceea ce vedeți – detaliile, claritatea și culoarea – depinde de displayul pe care îl folosiți. Sistemele de afișare actuale nu mai funcționează ca un simplu monitor TV, ci se bazează pe noi tehnologii pentru obținerea unor ecrane plate și a unor rezoluții înalte.*

| | |
|---|---|
| Tehnologia | Aveți două opțiuni: monitorul CRT tradițional și displayul plat. Primul este mare și ieftin; al doilea este scump, subțire și consumă mai puțină energie. |
| Dimensiunea ecranului | Ecranele mai mari vă permit să vedeți mai multe detalii la rezoluții mai mari. Cei mai mulți oameni consideră un ecran de 17 inci necesar pentru rezoluții mai mari de 1024x768 (rezoluția standard pentru displayurile plate de 15 inci). |
| Rezoluția | Cei mai mulți producători de monitoare se referă la adresabilitate atunci când descriu rezoluția. Cu alte cuvinte, aceasta reprezintă numărul de pixeli pe care îi poate afișa un monitor, cel puțin teoretic. |
| Distanța dintre puncte, sloturi sau pixeli | Distanța dintre elementele fizice ale ecranului, de obicei cel mai mic detaliu care poate fi afișat de monitor. Cu cât displayul este mai mic, cu atât mai mică este distanța necesară pentru afișarea unei rezoluții date. |
| Claritatea | Calitatea imaginii pe care puteți să o vedeți. |
| Frecvența de reîmprospătare | Cât de des este redesenată imaginea de pe ecran. Frecvențele mici pot cauza pâlpâirea ecranului. Rezoluțiile mari vă pot forța să reduceți frecvența de reîmprospătare. Majoritatea oamenilor consideră 70 Hz o frecvență corespunzătoare; 75 Hz, mai bună. |
| Conectoarele | Mufele din spatele monitorului. Conectoarele VGA standard lucrează corespunzător pâna la rezoluția de 1280x1024. Mufele BNC separate transferă mai bine semnalele analogice la rezoluții mari. Displayurile plate funcționează mai bine cu interfețe digitale. |

Nu puteți vedea datele. Informațiile prelucrate de calculator sunt idei, iar ideile sunt impalpabile, indiferent dacă sunt în mintea dumneavoastră sau în calculator. Deși puteți să vizualizați propriile idei, nu puteți vedea direct gândurile modelate în impulsuri digitale ale calculatorului. Și probabil nici nu aveți dreptul să gândiți că ați putea face așa ceva – în definitiv, dacă nu puteți citi gândurile altei persoane, cum ați putea să pătrundeți în circuitele neumane ale unui PC?

Deși cei mai mulți oameni – cel puțin cei care nu au fost antrenați pentru spectacole de magie – nu pot citi gândurile altora, pot să bănuiască ce se petrece în mintea celorlalți printr-o observare atentă a comportamentului extern. Mișcarea ochilor, expresiile faciale, gesturile și uneori chiar vorbirea vă pot ajuta să vă formați o imagine generală despre ce

gândește o altă persoană, deși această imagine nu va fi niciodată exactă. Așa se întâmplă și cu calculatoarele. Nu veți putea niciodată să vedeți cum se mișcă electronii prin porțile logice, dar vă puteți forma o idee generală despre ceea ce se întâmplă în spatele cortinei privind conținutul ecranului. Ceea ce afișează ecranul este o manifestare a rezultatelor gândirii calculatorului.

Displayul este o linie de comunicații dinspre calculator către dumneavoastră, așa cum tastatura este o linie de comunicații către calculator. La fel ca un prieten bun, displayul nu vă spune totul, dar vă oferă o imagine clară din care puteți să trageți propriile concluzii privind ceea ce face calculatorul.

Deoarece între display și gândurile calculatorului nu există o conexiune directă, aceleași gânduri – aceleași programe – generează pe ecran imagini complet diferite, deși funcționarea internă rămâne aceeași. Așa cum nu puteți preciza conținutul unei cărți după copertă, nu puteți evalua calitățile unui calculator numai după monitor.

Totuși, ceea ce vedeți este important, deoarece influențează lucrul cu calculatorul respectiv. Un display de proastă calitate poate să vă obosească ochii și să vă cauzeze dureri de cap, făcând lucrul cu calculatorul un adevărat chin. Un display de bună calitate înseamnă caractere bine definite, imagini clare și un sistem cu care este o plăcere să lucrați.

## Elemente de bază

Deși termenii sunt deseori folosiți unul în locul celuilalt, display și monitor înseamnă două lucruri diferite. *Displayul* este dispozitivul propriu-zis care produce imaginea, adică ecranul pe care îl vedeți. *Monitorul* este o cutie complexă care conține și circuitele de suport pentru ecran. Aceste circuite convertesc semnalele trimise de calculator (sau de un alt dispozitiv, cum ar fi un videocasetofon) într-o formă care poate fi folosită de display. Deși cele mai multe monitoare funcționează pornind de la aceleași principii ca și un televizor, displayurile pot fi construite pe baza mai multor tehnologii, inclusiv cristalele lichide și emisia fotonică a unor gaze nobile.

Datorită bazelor tehnologice asemănătoare, monitoarele arată, în mare măsură, la fel ca televizoarele obișnuite. Așa cum un monitor este un display îmbunătățit cu alte circuite, televizorul este un monitor care conține și alte circuite electronice de conversie. Televizoarele includ și circuite de acord sau de demodulare, care transformă semnalele transmise de stațiile de televiziune sau de companiile de cablu TV în semnale identice cu cele folosite de monitoare. Cu excepția circuitelor de acord, televizoarele și monitoarele funcționează în același mod. De fapt, unele monitoare mai vechi pot fi folosite ca televizoare, dacă li se furnizează semnalele corespunzătoare.

Totuși, monitoarele moderne s-au îndepărtat de origine. Acestea au claritate mai bună și puritate mai mare a culorilor. Pentru atingerea acestor obiective, monitoarele operează la frecvențe mai mari decât pot difuza stațiile de televiziune.

Displayurile și monitoarele calculatoarelor folosesc o varietate de tehnologii pentru crearea imaginilor vizibile. O diferență de bază desparte displayurile calculatoarelor desktop de cele ale calculatoarelor portabile. Cele mai multe calculatoare desktop folosesc sisteme de afișare bazate pe tuburi catodice (CRT), la fel ca cele folosite pentru televizoare. Calculatoarele portabile (laptop și notebook) folosesc displayuri cu cristale lichide (LCD). În prezent, displayurile cu cristale lichide își croiesc drum către calculatoarele desktop, pe măsură ce dezvoltarea tehnologiei de fabricație și cererea

pieței scad prețurile, încă astronomice. Puțini se îndoiesc că ecranele plate vor înlocui în final *toate* aplicațiile (inclusiv televizoarele, indiferent ce va însemna televiziunea în viitor). Dar nu vă așteptați ca tuburile CRT să dispară imediat.

Prezicerile anterioare privind drumul rapid al displayurilor LCD (inclusiv în prima ediție a acestei cărți) s-au dovedit false, nu din motive tehnologice, ci economice. Prăbușirea economiei asiatice în 1997 a dus la amânarea planurilor de construcție a fabricilor de displayuri LCD. Fără creșterea de capacitate așteptată, cererea a început să depășească oferta la începutul anului 1999 și, din acest motiv, se aștepta ca prețurile *să crească* la sfârșitul anului. Situația va întârzia evoluția și dominația displayurilor cu cristale lichide cu câțiva ani. Între timp, este posibil ca prețurile displayurilor LCD să își schimbe cursul descendent, deoarece producătorii vor încerca să obțină profituri mai mari în urma deficienței de produse.

Între timp, displayurile CRT continuă să se îmbunătățească – sunt tot mai strălucitoare și mai ieftine. Tuburile CRT încă păstrează un avantaj în aplicațiile critice. Pot produce mai multe culori și asigură o corespondență mai bună cu mediile tipărite, pentru aplicațiile critice din acest punct de vedere. Mai mult, displayurile CRT actuale sunt mai clare decât displayurile LCD. Displayurile LCD accesibile ca preț ajung la rezoluții de 1024x768 de pixeli. Displayurile CRT la același preț ajung la 1.600x1200 de pixeli. De asemenea, displayurile CRT oferă unghiuri de vedere mai mari și imagini mai strălucitoare.

De fapt, diferența vizibilă între displayurile plate și „grăsanele“ cu tuburi ascund diferențe interne mult mai mari. Aproape singura caracteristică pe care o au în comun cele două tehnologii este faptul că produc imagini. Displayurile CRT și LCD nu diferă numai prin modul în care formează imaginile, ci și prin modurile în care sunt folosite și conectate la PC. Ca urmare, vom studia separat cele două tipuri de displayuri, începând în ordinea istorică, cu tuburile CRT.

# Tuburile catodice

Cel mai vechi sistem electronic de generare a imaginilor aflat încă în uz este *tubul catodic*. Numele acestuia este pur descriptiv. Dispozitivul se bazează pe o formă specială de tub cu vid – o incintă de sticlă parțial vidată și umplută cu un gaz inert la presiune foarte scăzută. Tuburile CRT (Cathode Ray Tube) se apropie destul de puțin de definiția unui tub, semănând mai mult cu o ploscă, lărgită în partea frontală ca o pâlnie, cu o parte aplatizată. Deși un tub CRT pare o simplă sticlă – chiar așa fiind numite de mulți dintre cei care lucrează în industria monitoarelor – procesul de fabricație este surprinzător de complex și implică o mare varietate de straturi de sticlă cu diferite grosimi. De exemplu, partea frontală a unui tub CRT are deseori o grosime de aproximativ 2,5 centimetri.

Catodul care dă numele tubului este termenul științific pentru un electrod cu sarcină negativă. Într-un tub CRT, un catod special emite un jet de electroni către un electrod încărcat pozitiv, numit anod. (Electronii, având o sarcină negativă, sunt în mod natural atrași de potențialele pozitive.) Funcționând ca un lansator de electroni, catodul tubului CRT este deseori numit și *tun de electroni*.

Electronii se deplasează cu o viteză foarte mare, o fracțiune din viteza luminii, fiind accelerați de diferența de potențial dintre catod și anod, care uneori ajunge la 25.000 de volți.

După parcurgerea spațiului dintre catod și anod, electronii se lovesc de o suprafață acoperită cu un compus pe bază de fosfor care are uimitoarea proprietate de a converti energia cinetică a electronilor în lumină vizibilă.

## Caracteristici fizice

Tubul CRT este o entitate fizică pe care puteți să o țineți în mână sau să o trântiți de podea și să vedeți cum explodează. Foarte puține elemente de proiectare sunt lăsate la voia întâmplării – aproape orice opțiune de proiectare a tubului CRT afectează imaginea pe care o vedeți pe ecran.

Patru elemente ale tubului CRT au cea mai mare influență asupra tipului și calității imaginii afișate de monitor. Stratul de fosfor afectează culoarea și persistența imaginii afișate pe ecran. Tunurile electronice desenează de fapt imaginea și de funcționarea acestora depinde în mare măsură claritatea imaginii. Pentru monitoarele color, masca perforată sau grila de deschidere limitează rezoluția finală a ecranului. Partea frontală a ecranului și strălucirea reflectată de acesta afectează atât contrastul imaginii, cât și confortul celui care lucrează cu monitorul.

### Fosforul

La sfârșitul traseului parcurs de electroni, de la tunul electronic din gâtul tubului CRT până la suprafața interioară a părții frontale, se află un strat format dintr-un compus pe bază de fosfor care are o proprietate minunată – luminează atunci când este lovit de un fascicul de electroni. Imaginea pe care o vedeți pe ecranul CRT este lumina emisă de fosforul stimulat electric. Nu toți compușii pe bază de fosfor folosiți pentru ecranele CRT sunt la fel. Compușii și amestecurile diferite emit culori diferite și pentru perioade de timp diferite atunci când sunt loviți de fasciculul de electroni.

Tipul stratului de fosfor determină culoarea imaginii de pe ecran. Pentru displayurile monocrome sunt folosite diferite varietăți de straturi fosforescente, care emit lumină de culoare galbenă, verde sau albă. Displayurile CRT color folosesc trei tipuri diferite de fosfor, aplicate conform unui model pe suprafața interioară a tubului. Modelul este format din puncte sau benzi cu cele trei culori aditive de bază – roșu, verde și albastru – aranjate una lângă alta. Un grup de trei puncte este numit *triadă de culori* sau *triplet de culori*.

Fiecare triadă de culori reprezintă un element de imagine, deseori abreviat *pixel* (deși unii producători preferă termenul *pel*, de la *p*icture *el*ement.)

Producătorii de monitoare color pot alege individual fiecare dintre cele trei culori care formează triadele de culori de pe ecran. Cei mai mulți producători de monitoare au ales aceeași familie de produse bazate pe fosfor, numită P22 (sau B22, care înseamnă același lucru, dar cu alt nume), așa că posibilitățile de bază de afișare a culorilor ale celor mai multe monitoare care permit afișarea nuanțelor sunt aceleași.

Ecranul monitorului color poate fi iluminat în oricare dintre cele trei culori primare prin direcționarea fasciculului de electroni pe punctele de fosfor asociate culorii respective. Alte culori pot fi create prin iluminarea unor combinații ale culorilor primare. Prin modificarea intensității culorilor primare, poate fi generat un spectru infinit de culori.

Tuburile CRT ale displayurilor monocrome au suprafața acoperită uniform cu un singur strat omogen de fosfor, așa că tubul este iluminat la fel, indiferent de locul atins de fasciculul de electroni. Culoarea stratului fosforescent determină culoarea generală a ecranului.

În cazul monitoarele monocrome sunt mai des întâlnite trei culori: galben-maroniu, verde și alb. Alegerea culorii este o problemă de preferințe și prejudecată. Diferite studii susțin superioritatea fiecăreia dintre cele trei culori:

**Verde**. Ecranele verzi au avut un început foarte bun, deoarece au fost alese de IBM pentru cele mai multe terminale și pentru primele monitoare PC – precum și pentru

ecranele radarelor și ale osciloscoapelor. Acestea reprezintă o opțiune foarte potrivită atunci când intensitatea luminii ambientale este scăzută; această culoare a fost moștenită de pe vremea radarelor și a osciloscoapelor (ale căror ecrane se încăpățânează să rămână verzi). Totuși, în ultimii ani ecranele de culoare verde au pierdut poziția de favorite.

**Galben**. În anii '80, popularitatea ecranelor de culoare galben-maroniu a crescut, deoarece, conform unor studii, acestea sunt mai ușor de citit atunci când intensitatea luminii înconjurătoare este mai mare. Scrisul galben pe negru reprezintă una dintre cele mai bune combinații din punctul de vedere al contrastului, ceea ce face ca displayul să fie mai puțin obositor pentru ochi. În plus, ecranele de culoare galben-maroniu au devenit un standard de facto pentru monitoarele de producție europeană.

**Alb**. Într-o anumită perioadă ecranele de culoare albă erau evitate, fie și numai datorită asemănării cu televizoarele alb-negru. Principalul motiv era faptul că primele monitoare monocrome foloseau o interfață compozită care oferea o calitate slabă a imaginilor afișate.

În prezent, albul domină ecranele VGA monocrome – puținele care mai există. Verdele și galbenul au fost păstrate numai pentru aplicațiile specializate.

Dacă vă uitați cu atenție, puteți vedea pete fine de culori, cum ar fi galben strălucitor, în fosforul alb. Producătorii amestecă mai multe tipuri diferite de fosfor pentru rafinarea culorii unui monitor monocrom – obținând un ecran „alb" rece și albăstrui, ca al televizoarelor, sau un „alb" cald și gălbui, ca al hârtiei.

Nu veți descoperi nici o diferență între albul obișnuit și „albul de hârtie". Teoretic, albul de hârtie ar trebui să însemne culoarea hârtiei de scris, adică un alb puțin mai cald decât albul strălucitor al celor mai multe monitoare. Totuși, culoarea albului de hârtie diferă de la un producător la altul.

## Culoarea de fond

Culoarea de fond a tubului este deseori ignorată, deși este la fel de importantă pentru claritatea ecranului ca și culoarea fosforului. Fondul ecranelor monocrome variază de la gri deschis la aproape negru. Ecranele mai închise oferă un contrast mai bun între text și fond, ceea ce crește lizibilitatea, mai ales în condiții de iluminare puternică.

Zona de fond a unui ecran color – adică spațiul dintre punctele de fosfor – se numește *matrice* și nu este luminată de fasciculul de electroni. Culoarea matricei determină culoarea de fond a ecranului (deseori numită chiar *culoarea matricei*), adică așa cum arată acesta atunci când nu este pornit – gri deschis, gri-verde închis sau aproape negru. Matricele mai închise oferă un contrast mai bun la afișarea imaginilor. Matricele mai deschise permit afișarea unui alb mai pur. Totuși, distincția este subtilă și probabil nu puteți să detectați diferența decât dacă puneți două monitoare unul lângă altul.

## Temperatura culorilor

Dacă munca dumneavoastră implică o potrivire exactă a culorilor, s-ar putea ca temperatura culorilor afișate de monitor să fie o problemă importantă. Lumina albă nu este albă, ci o combinație a tuturor culorilor. Ca urmare, nu toate culorile albe sunt identice. Unele au mai mult albastru, altele au mai mult galben. Diferitele nuanțe de alb sunt descrise prin temperatura culorii, respectiv numărul de grade Kelvin (grade Celsius peste zero absolut) pe care trebuie să le aibă un corp perfect luminiscent ca să emită culoarea respectivă.

Ca și incandescența unei potcoave de fier din forja unui fierar, pe măsură ce crește temperatura, nuanța unui obiect strălucitor trece de la roșu la portocaliu, apoi la galben,

până la alb-albăstrui. Temperatura culorii reprezintă asocierea unei temperaturi absolute cu aceste culori, așa cum se poate vedea în Figura 18.1.

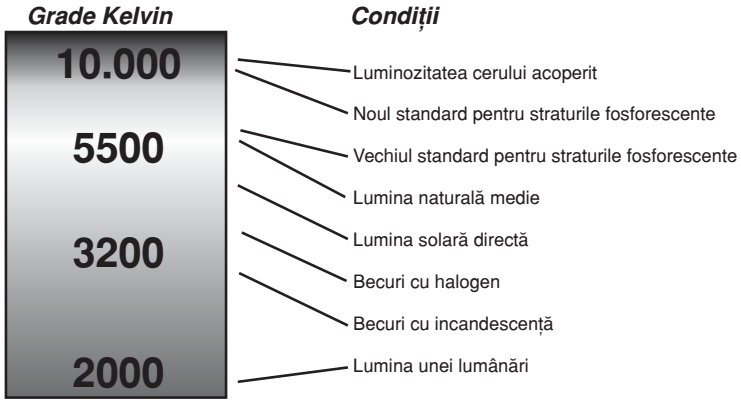



**FIGURA 18.1**
*Temperaturile de culoare asociate cu diferite condiții.*

De exemplu, becurile obișnuite se încadrează într-un domeniu de la 2700 la 3400 de grade Kelvin. Cele mai multe lămpi fluorescente nu au spectre continue de culori, fiind mai bogate în unele nuanțe (în special verde) și lipsindu-le altele, ceea ce face imposibilă atribuirea unei temperaturi reale. Alte lămpi fluorescente sunt proiectate astfel încât să aproximeze lumina naturală prin temperaturi de culoare de aproximativ 5.000 de grade Kelvin.

Problema corespondenței culorilor apare datorită faptului că pigmenții și hârtia nu fac decât să reflecte lumina, deci culoarea acestora depinde de temperatura luminii cu care sunt iluminate. Ecranul monitorului emite lumină, deci culoarea acestuia este independentă de iluminare; are o temperatură de culoare proprie, care probabil este diferită de iluminarea înconjurătoare. Monitoarele sunt proiectate să lumineze cu temperatura de culoare corespunzătoare luminii naturale pe timp de zi, nu cea a luminii emise de becurile cu incandescență sau fluorescente.

Dar nu toată lumea folosește aceeași definiție pentru lumina zilei. Lumina soarelui la prânz are temperaturi de la 5.500 la 6.000 de grade Kelvin. Zilele înnorate pot ajunge la temperaturi de culoare de 10.000 de grade Kelvin, deoarece culoarea albastră a cerului (cu temperatură mai mare) domină radiația galbenă a soarelui. Culorile și amestecul de compuși pe bază de fosfor folosiți pentru fabricarea tuburilor CRT, împreună cu puterea fasciculului de electroni care iluminează stratul fosforescent, determină temperatura de culoare a unui monitor. Unii proiectanți consideră că o zi perfectă este o după-amiază ploioasă, potrivită pentru rațe și englezi, și optează pentru monitoare cu temperaturi de 10.000 de grade Kelvin. Alții trăiesc într-o lume Kodachrome, unde temperatura de culoare este de 5.300 de grade Kelvin, precum într-o zi de primăvară cu lalele înflorite în parc.

## Persistența

Straturile fosforescente diferă și prin persistență, care descrie perioada în care fosforul continuă să lumineze după ce a fost bombardat de fasciculul de electroni. Cele mai multe monitoare folosesc straturi fosforescente cu persistență medie.

Persistența devine evidentă atunci când este foarte mare. Imaginile capătă un aspect fantomatic, rămânând pe ecran câteva secunde și apoi dispărând treptat. Deși acest efect poate fi supărător, mai ales într-o cameră întunecată, are rolul de a evita un alt efect care produce dureri de cap: pâlpâirea ecranului.

Exact așa cum sună, pâlpâirea este clipirea rapidă a imaginii de pe ecran, cauzată de diminuarea imaginii înainte de a fi reîmprospătată de fasciculul de electroni. Persistența

retinei (o caracteristică a sistemului vizual uman) face ca sursele de lumină care se aprind și se sting cu frecvență mare să pară a fi aprinse continuu. Lămpile fluorescente, de exemplu, par să lumineze continuu, deși se sting și se aprind de 120 de ori pe secundă (pentru rețelele electrice cu frecvența de 60 Hz).

Strălucirea remanentă a straturilor fosforescente cu persistență mare păstrează imaginea pe ecran între două treceri ale fasciculului de electroni atunci când perioada dintre acestea este prea mare pentru ca ochiul uman să poată face legătura. Ca urmare, straturile fosforescente cu persistență mare sunt deseori folosite pentru sistemele de afișare baleiate mai lent decât în mod obișnuit, cum ar fi în cazul monitoarelor cu întrețesere (descrise mai târziu). Displayurile IBM monocrome, probabil cele mai cunoscute dispozitive care folosesc straturi fosforescente verzi cu persistență mare, sunt baleiate de 50 de ori pe secundă, în locul unei frecvențe mai normale (și mai plăcute pentru ochi) de 60 de treceri pe secundă.

Totuși, nu este obligatoriu ca straturile fosforescente cu persistență mare să fie verzi. Straturile colorate cu persistență mare sunt disponibile și pentru alte aplicații în care efectul de pâlpâire ar fi supărător. De cele mai multe ori, compușii cu persistență mare sunt folosiți în sistemele de afișare cu întrețesere, care sunt baleiate cu frecvențe mai mici decât displayurile fără întrețesere.

Straturile fosforescente cu persistență mare creează unele probleme la folosirea creioanelor optice, care se bazează pe detectarea exactă a unui punct luminos de pe ecran. Din cauza strălucirii remanente, cele mai multe creioane optice detectează simultan mai multe puncte luminoase și nu se pot poziționa pe un anumit punct de pe ecran.

## Tunurile de electroni

Pentru generarea fasciculelor de electroni care luminează straturile fosforescente, tuburile CRT folosesc unul sau mai multe tunuri de electroni. Un tun de electroni este un emițător de electroni (un catod) montat într-un ansamblu care determină lansarea electronilor sub forma unui fascicul subțire de electroni cu viteză foarte mare. Pentru deplasarea fasciculului de electroni pe toată suprafața ecranului (astfel încât fasciculul să nu lumineze numai un mic punct din centrul ecranului), un grup de electromagneți aranjați în jurul tubului, formând *bobinele de deflexie*[1] modifică traiectoria electronilor. Câmpul magnetic generat de bobinele de deflexie este controlat cu precizie, astfel încât fasciculul de electroni să baleieze fiecare linie de afișare de pe ecran, începând din partea de sus a acestuia.

Tuburile CRT monocrome au un singur tun de electroni care baleiază continuu ecranul. Cele mai multe tuburi color au trei tunuri de electroni, deși unele televizoare și monitoare color se laudă că folosesc un singur tun de electroni, care însă ar putea fi numit „tun triplu“. Numărul tunurilor de electroni depinde de definiția acestora. La fel ca toate tuburile CRT color, tuburile cu un singur tun de electroni emit electroni prin trei catozi care pot fi controlați independent. Cei trei catozi sunt fabricați într-un singur ansamblu, ceea ce permite controlul acestora ca și cum ar genera un singur fascicul de electroni.

În cazul unui tub cu trei tunuri de electroni, acestea sunt aranjate sub forma unui triunghi. În tuburile cu un singur tub, catozii sunt aranjați pe o singură linie, ceea ce face ca acestea să fie numite deseori *tunuri de electroni în linie*. Teoretic, configurarea tunurilor în linie este mai simplă, dar în practică pot fi obținute rezultate excelente cu oricare dintre cele două moduri de aranjare.

---

1 Numite și *jug de deflexie* sau, simplu, *jug*. (n. trad.)

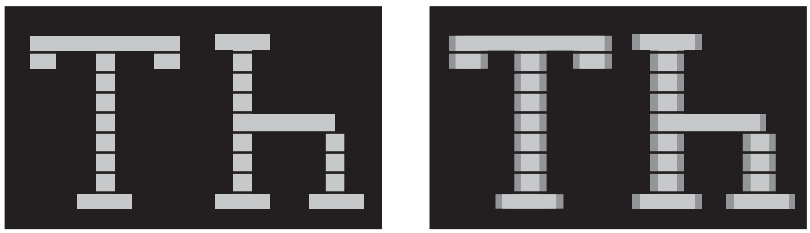
Cele trei tunuri de electroni emit simultan electroni și cele trei fascicule de electroni rezultate sunt controlate împreună de bobinele de deflexie. Monitoarele permit ajustarea individuală, mecanică și electrică, a fiecărui fascicul, astfel încât toate trei fasciculele să cadă pe același triplet de puncte de pe ecran. Deoarece aceste elemente de control asigură convergența fasciculelor de electroni pe aceeași triadă de culori, se mai numesc și *controale de convergență*. Procesul de ajustare a fasciculului este numit de obicei *aliniere*.

## Convergența

Cele trei fascicule de electroni din orice monitor color trebuie să fie direcționate foarte precis pe ecran, pentru a ilumina o singură triadă de puncte din stratul fosforescent. Dacă un monitor nu este reglat corespunzător – sau dacă nu este proiectat ori fabricat corect – cele trei fascicule pot să nu conveargă într-un singur punct de pe ecran. Convergența slabă poate avea ca rezultat imagini cu umbre ca un curcubeu sau care pierd din claritate și din contrast. Caracterele nu mai apar clar definite, ci sunt încețoșate, având două sau trei culori pe margini. În cazul monitoarelor monocrome nu apar niciodată astfel de probleme, deoarece acestea nu folosesc decât un fascicul de electroni. Figura 18.2 simulează efectele convergenței slabe.

**FIGURA 18.2**

*Convergență foarte bună (stânga) și convergență slabă (dreapta) pe ecranul unui monitor.*



Problemele de convergență sunt un simptom, nu o cauză a deficiențelor unui monitor. Problemele de convergență pot fi cauzate nu numai de proiectarea, ci și de construcția și configurarea unui monitor individual. Pot fi foarte diferite de la un monitor la altul și se pot agrava în urma deteriorărilor din timpul transportului.

Rezultatele problemelor de convergență sunt mai evidente către marginile ecranului, deoarece în aceste zone fasciculele de electroni sunt mai greu de controlat. Dacă sunt grave, problemele de convergență pot fi principala limită privind claritatea unui ecran, cu efecte negative mai mari decât dimensiunea mare a punctelor sau lățimea de bandă prea mică (despre care vom discuta ceva mai târziu).

Mulți producători de monitoare specifică pentru convergență valori de ordinul fracțiunilor de milimetru pentru o anumită poziție de pe ecran. Dacă valorile sunt specificate pentru mai multe puncte de pe ecran, centrul ecranului are întotdeauna o valoare mai mică – convergență mai bună – decât un colț al ecranului.

Numărul respectiv specifică distanța la care este afișată o culoare de alta. Numerele mai mici înseamnă convergență mai bună. Monitoarele tipice au convergențe de aproximativ 0,5 milimetri în colțurile ecranului. Această valoare este deseori cu 50 de procente mai mare decât distanța dintre punctele de pe ecran, astfel încât claritatea imaginii este limitată de convergența tubului.

Problemele de convergență pot fi deseori corectate prin reglarea monitorului. Multe monitoare au controale interne pentru convergență. Unele monitoare cu rezoluție mai mare (și mai scumpe) oferă posibilitatea de ajustare externă a convergenței. Dar ajustarea convergenței unui monitor este o sarcină pentru un specialist – ceea ce

înseamnă că efectuarea reglajelor costă destul de mult, ca orice operație de întreținere pentru calculatoare.

Mulți producători de monitoare susțin că produsele lor sunt reglate pentru toată durata de viață. Deși această strategie ar trebui să elimine necesitatea ajustării monitorului, înseamnă și că este obligatoriu să testați un monitor înainte de a-l cumpăra. Desigur, nu doriți să cumpărați un monitor cu o convergență proastă care nu mai poate fi reglată.

## Puritatea

Capacitatea unui monitor de a afișa un ecran luminat uniform, fără diferențe de culoare pe toată suprafața, se numește *puritate*. Un monitor cu o puritate bună trebuie să afișeze un ecran alb fără nici o pată de culoare. Un monitor cu puritate slabă va avea pete mari de alte culori. Figura 18.3 ilustrează diferențele dintre monitoare cu puritate bună și slabă.

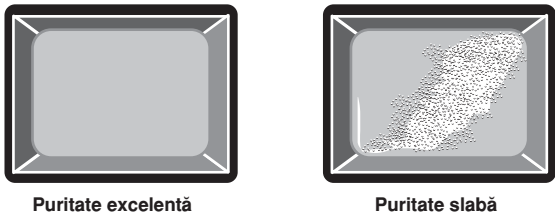



**FIGURA 18.3**
*Comparație între un monitor cu puritate bună și unul cu puritate slabă.*

Puritatea slabă este deseori rezultatul magnetizării măștii perforate sau a grilei de deschidere. De obicei, problema se rezolvă prin demagnetizarea ecranului (degaussing). Cele mai multe monitoare de dimensiuni mari au *demagnetizatoare integrate*.

Puteți să demagnetizați monitorul cu o bobină de demagnetizare pentru televizoarele color sau cu un dispozitiv de ștergere a benzilor magnetice. Alimentați bobina de demagnetizare sau dispozitivul de ștergere a benzilor în apropierea ecranului, apoi îndepărtați încet bobina până la cel puțin un metru de ecran înainte de a întrerupe curentul electric care trece prin aceasta. Câmpul magnetic alternativ al bobinei elimină câmpul static de pe masca monitorului, iar îndepărtarea graduală a câmpului magnetic alternativ împiedică instalarea acestuia pe mască.

## Măștile perforate

Simpla îndreptare a fasciculelor de electroni asupra unor puncte de pe ecran nu este suficientă, deoarece o parte a electronilor pot ajunge și pe celelalte puncte din triadă. Rezultatul ar fi pierderea purității culorilor – nuanțele mai deschise ar părea murdărite. Pentru evitarea acestui efect și obținerea unor imagini cât mai clare și mai colorate, cele mai multe tuburi color CRT folosite pentru displayurile calculatoarelor și pentru televizoarele color sunt echipate cu o *mască perforată* (shadow mask) – o folie metalică cu perforații fine, aflată în interiorul tubului, la mică distanță de stratul fosforescent care acoperă ecranul.

Masca perforată și stratul fosforescent care acoperă ecranul CRT sunt aranjate astfel încât fasciculul de electroni nu poate lovi decât punctele unei singure culori. Celelalte două culori sunt acoperite de mască și nu pot fi atinse de fasciculul de electroni.

Distanțele dintre orificiile măștii perforate determină în mare măsură calitatea imaginii afișate pe ecran. Pentru ca geometria sistemului să funcționeze, punctele fosforescente de pe ecran trebuie să fie plasate la aceleași distanțe ca și perforațiile din mască. Deoarece spațiul dintre orificii determină spațiul dintre puncte, pentru ambele se folosește deseori termenul de *distanță dintre puncte* (dot pitch).

Distanța dintre punctele unui tub CRT este o măsură a intervalului dintre două puncte de aceeași culoare. Aceasta este o mărime absolută, independentă de dimensiunea tubului sau de mărimea imaginii afișate.

Masca perforată afectează strălucirea imaginii afișate de un monitor în două moduri. Dimensiunea orificiilor din mască limitează dimensiunea fasciculului de electroni care ajunge la stratul fosforescent. Cu cât sunt mai departe de axa tunurilor – adică mai aproape de colțuri – orificiile devin ovale pentru tunuri și permit trecerea unui fascicul mai mic de electroni. Ca urmare, colțurile unui ecran cu mască perforată par deseori mai puțin luminoase decât centrul, deși diferența de strălucire poate fi insesizabilă.

De asemenea, masca perforată poate să limiteze și intensitatea maximă a fasciculului de electroni folosit într-un tub CRT. Un fascicul mai puternic – care produce o imagine mai strălucitoare – transportă o cantitate mai mare de energie. În momentul în care fasciculul de electroni lovește masca, o parte din energie este absorbită de mască și se transformă în căldură, care ridică temperatura măștii. Ridicarea temperaturii duce la dilatarea și distorsionarea măștii, ceea ce cauzează încețoșarea imaginii. Pentru reducerea acestui efect al căldurii, producătorii de monitoare încearcă să fabrice măști perforate din materiale cu un coeficient mic de dilatare termică. Aceasta înseamnă că materialele folosite trebuie să își modifice cât mai puțin dimensiunile la modificarea temperaturii. Un material favorit este aliajul Invar, care are proprietatea de a-și păstra dimensiunile aproape constante la încălzire.

## Grilele de deschidere

Cu toate problemele asociate măștilor perforate, era de așteptat să apară cineva cu o idee mai bună. Sony Corporation a făcut exact acest lucru, inventând tuburile Trinitron.

Tuburile Trinitron folosesc în locul măștii perforate o *grilă de deschidere* (aperture grille) – fante formate de o matrice verticală de fire. Stratul de fosfor este aplicat pe suprafața interioară a tubului sub forma unor benzi intercalate din cele trei culori primare. Grila împiedică fasciculele de electroni să ajungă pe alte benzi, așa cum masca perforată le împiedică să ajungă pe alte puncte. Distanța dintre două benzi de aceeași culoare este determinată de distanța dintre fantele grilei. Figura 18.4 prezintă modul de măsurare a distanțelor dintre orificiile măștilor și a distanțelor dintre fante. Deoarece fasciculul de electroni are o traiectorie divergentă pe măsură ce se îndepărtează de tunul de electroni, iar stratul fosforescent se află mai departe de tunul de electroni decât grila, distanța dintre benzile de culoare este mai mare decât distanța dintre fante. Această distanță se numește distanța ecranului (screen pitch). De exemplu, un tub Trinitron cu distanța dintre fantele grilei de 0,25 milimetri poate avea o distanță între benzile de pe ecran de 0,26 milimetri.

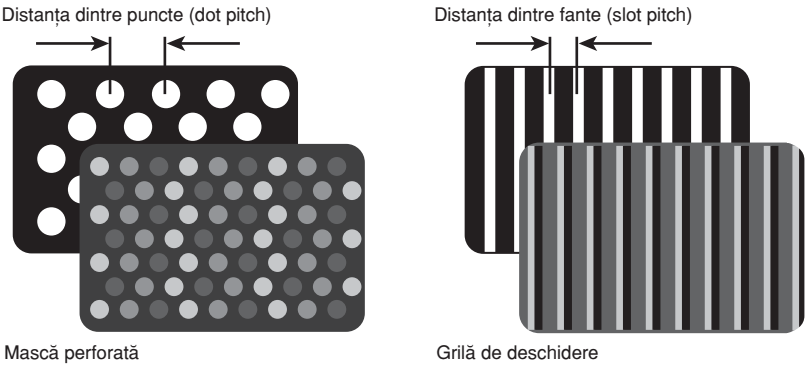



**FIGURA 18.4**
*Măsurarea distanțelor dintre orificiile măștilor și a distanțelor dintre fante.*

Sârmele grilei de deschidere sunt destul de groase, ocupând aproape două treimi din distanța dintre fante. De exemplu, pentru un tub Trinitron cu distanța dintre fantele grilei de 0,25 milimetri, sârmele grilei măsoară cam 0,18 milimetri în diametru, deoarece

fiecare fascicul de electroni trebuie să ilumineze numai o treime din ecran. Sârmele umbresc celelalte două treimi din suprafața ecranului pentru a menține puritatea culorii.

Firele grilei de deschidere sunt bine întinse, dar pot să vibreze. Ca urmare, monitoarele Trinitron au una sau două fire de tensionare întinse pe orizontală. Deși aceste fire sunt foarte subțiri, determină apariția pe ecran a două umbre, mai vizibile pe fondurile deschise. Unii consideră că aceste umbre sunt supărătoare, așa că este bine să vă uitați cu atenție la monitoarele Trinitron înainte de a le cumpăra.

Tuburile Trinitron au un avantaj teoretic față de tuburile cu mască de umbrire. Deoarece fantele grilei permit trecerea unui număr mai mare de electroni decât orificiile măștilor perforate, un tub Trinitron poate (teoretic) să creeze imagini mai strălucitoare. Această strălucire suplimentară nu este sesizabilă în practică. Totuși, tuburile Trinitron asigură o strălucire mai uniformă pe toată suprafața ecranului. Deoarece grila de deschidere blochează fasciculul electroni pe o singură direcție, intensitatea acestuia este mai puțin redusă către marginile ecranului.

Datorită faptului că deține brevetele de bază, Sony are drepturi exclusive asupra modelului Trinitron. Deoarece aceste brevete au început să expire începând cu anul 1991, alți producători s-au grăbit să folosească aceeași tehnologie. Totuși, mai există unele brevete referitoare la straturile de acoperire și la alte caracteristici necesare unui tub Trinitron. Ca urmare, nu au apărut încă pe scară largă clonele Trinitron. De fapt, singura alternativă la tuburile Trinitron a fost lansată de firma Mitsubishi în 1993. Numit Diamondtron, noul model se bazează tot pe tehnologia grilelor de deschidere, dar folosește un tun de electroni mai complex. În timp ce tuburile Trinitron folosesc trei tunuri de electroni cu un singur mecanism de concentrare, tuburile Diamondtron permit controlul individual al fiecărui tun de electroni. Conform firmei Mitsubishi, în acest fel este posibil controlul mai precis al fasciculelor de electroni și producerea unor imagini mai clare și cu o rezoluție mai bună.

## Distanța necesară dintre puncte

Indiferent dacă un monitor folosește o mască perforată sau o grilă de deschidere, distanțele dintre triadele de imagine de pe ecran reprezintă un factor important pentru calitatea monitorului. Un monitor nu poate afișa puncte mai apropiate decât îi permite distanța dintre orificiile măștii perforate. Este ușor de calculat distanța dintre aceste puncte pentru o anumită rezoluție a unui sistem de afișare. Nu trebuie decât să împărțiți dimensiunea ecranului la numărul de puncte care trebuie afișate.

De exemplu, un monitor mic tipic are o diagonală de 14 inci. O linie orizontală care se întinde pe toată lățimea acestui ecran are 11,2 inci, adică aproximativ 285 de milimetri. Pentru afișarea corespunzătoare a unei imagini SVGA (800x600 pixeli), distanța dintre puncte trebuie să fie de 0,36 milimetri sau mai mică (adică 285/800 milimetri sau mai puțin). Deseori, imaginea de pe ecran este ceva mai mică decât lățimea ecranului și aceste ecrane trebuie să aibă distanțe și mai mici între puncte. Cu cât displayul este mai mare, cu atât poate fi mai mare distanța dintre puncte pentru un nivel dat al rezoluției.

## Lățimea liniei

Un alt factor care limitează claritatea imaginilor este lățimea liniilor desenate pe ecran. În mod ideal, liniile verticale sau orizontale desenate pe ecran ar trebui să aibă lățimea de un pixel, dar în practică s-ar putea ca liniile să nu fie atât de precise. Dacă liniile sunt mai înguste de un pixel, liniile albe adiacente vor fi separate de linii negre, iar zonele albe mai late vor apărea în dungi. Dacă lățimea liniilor este mai mare de un pixel, ecranul nu mai are posibilitatea să redea detaliile fine.

Lățimea ideală a liniilor diferă în funcție de dimensiunea ecranului și de rezoluția afișată pe ecran. Pe măsură ce rezoluția crește, liniile trebuie să fie mai înguste. Pe măsură ce crește dimensiunea ecranului (la o rezoluție constantă), trebuie să crească și lățimea liniilor. Puteți să calculați lățimea necesară a liniilor la fel ca în exemplul folosit pentru distanța necesară între puncte. Lățimea liniei ar trebui să fie egală cu distanța maximă între puncte pe care o calculați. Cu alte cuvinte, pentru un monitor de 14 inci cu rezoluție SVGA, lățimea liniei trebuie să fie de 0,36 milimetri.

Lățimea liniilor de pe ecran este influențată de mai mulți factori. Monitorul trebuie să aibă posibilitatea de a concentra fasciculul de electroni pe o linie de lățime ideală. Totuși, lățimea liniilor variază și cu intensitatea fasciculului – fasciculele mai intense tind să se defocalizeze. Ca urmare, atunci când creșteți strălucirea unui monitor, claritatea imaginii tinde să scadă. Din acest motiv, laboratoarele de testare fac toate măsurătorile pentru un monitor la un nivel standardizat de strălucire.

## Curbura ecranului

Cele mai multe tuburi CRT au o formă distinctivă. La un capăt, un gât mai subțire conține tunul sau tunurile de electroni. În jurul gâtului sunt dispuse bobinele de deflexie, un ansamblu extern folosit pentru generarea câmpurile magnetice care modifică traiectoria fasciculelor de electroni astfel încât acestea să baleieze suprafața interioară a feței tubului. După ce iese din bobinele de deflexie, tubul se lărgește ca o pâlnie, formând fața dreptunghiulară a ecranului. Deseori, suprafața ecranului are o anumită curbură sferică (deși această caracteristică tinde să dispară).

Ecranul are această curbură sferică din mai multe motive. În acest fel, distanțele parcurse de electroni sunt mai constante pentru diferite puncte de pe ecran, de la centru la margine. În cazul unui ecran perfect plat fasciculul de electroni ar avea de parcurs o distanță mai mare la marginile ecranului decât în centru și ar lovi oblic suprafața interioară a ecranului, ceea ce ar cauza distorsionarea imaginilor. Deși distorsiunile pot fi compensate electric, curbura ecranului contribuie la reducerea acestora.

În plus, tuburile CRT sunt parțial vidate, așa că presiunea atmosferică normală tinde să spargă tubul. Suprafața sferică contribuie la distribuirea mai uniformă a forțelor potențial distructive, ceea ce face ca tubul să fie mai rezistent.

Curbura ecranului are și un efect negativ. Liniile drepte de pe ecran par drepte numai dintr-un anumit punct de observați. Dacă mutați capul mai aproape, mai departe sau în lateral, presupusele linii drepte ale imaginilor vor începe să se deformeze.

Noile tehnologii au redus importanța motivelor care impuneau folosirea unor ecrane cu suprafețe sferice. Geometria tunurilor de electroni în linie simplifică procesul de construcție a tuburilor și permite fabricarea unor ecrane cu curburi cilindrice. Acestea generează mai puține probleme de linearitate, deoarece „îndoaie“ numai una dintre axele imaginii. Tuburile Trinitron au suprafețe cu curbură cilindrică. Cele mai multe tuburi cu mască perforată au suprafețe cu curbură sferică.

În ultimii ani, obstacolele care împiedicau fabricarea unor ecrane perfect plate au fost depășite. Un număr de producători oferă deja monitoare monocrome cu ecran plat, care sunt relativ simple, deoarece compensațiile geometrice sunt necesare numai pentru un singur fascicul de electroni.

Primul ecran color plat a fost sistemul cu *mască tensionată plată* al firmei Zenith. Masca tensionată rezolvă problemele de construcție inerente într-un sistem color cu ecran plat

prin „întinderea“ măștii perforate. Deși așa-numitele tuburi cu ecran plat pătrat nu sunt nici plate nici pătrate, mai mulți producători actuali oferă în prezent ecrane plate, bazate pe diferite tehnologii.

Pe lângă geometria mai simplă, tuburile CRT cu ecran plat oferă și un alt avantaj. Ecranul curbat al tuburilor convenționale reflectă lumina din aproape întreaga zonă din fața tubului. Indiferent în ce parte îndreptați ecranul, acesta va reflecta ceva. Tuburile cu ecran plat reflectă numai sub un unghi foarte mic. Dacă așezați ecranul astfel încât să fie puțin aplecat în jos, cea mai mare parte a luminii este reflectată în jos, către tastatură, nu către ochii dumneavoastră.

## Rezoluția și adresabilitatea

Rezoluția unui sistem video se referă la finețea detaliilor pe care le poate afișa acesta. Rezoluția este o consecință directă a numărului de puncte individuale care formează imaginea de pe ecran, așa că depinde atât de dimensiunea ecranului cât și de distanța dintre puncte.

Deoarece dimensiunea și numărul de puncte limitează calitatea imaginii, claritatea imaginilor de pe ecran poate fi descrisă prin numărul de puncte care pot fi afișate orizontal și vertical pe ecran. De exemplu, rezoluția cerută de sistemele Video Graphics Array în modul grafic standard este de 640 puncte pe orizontală și 480 puncte pe verticală. Sistemele de afișare moderne pot produce imagini cu 1600 pe 1200 puncte, în modurile de înaltă rezoluție.

Uneori rezoluția oferită de ecran nu corespunde cu rezoluția adaptorului grafic al calculatorului. De exemplu, un mod video destinat rezoluției oferite de un televizor color este departe de calitatea oferită de monitorul unui calculator. Imaginile generate de calculator pot fi destinate unui sistem de afișare cu claritate care depășește posibilitățile monitorului folosit. Puteți să încercați, de exemplu, să folosiți un televizor în locul unui monitor mai scump. Claritatea imaginilor afișate va fi mai mică decât rezoluția cu care lucrează sistemul video al calculatorului.

Rezoluția este o calitate fizică a sistemului de afișare folosit – monitorul. Aceasta stabilește limita maximă a calității imaginilor. În sistemele color, principalele limite ale rezoluției sunt fizice – convergența sistemului și distanța dintre punctele tubului. În sistemele monocrome, care nu au măști perforate, rezoluția este limitată de lărgimea de bandă a monitorului, adică cea mai mare frecvență a semnalelor pe care le poate manipula monitorul. (Mai multe detalii înseamnă mai multe informații transmise prin semnalele generate de calculator pentru monitor. Cu cât sunt transmise mai multe informații într-un timp dat, cu atât este mai mare frecvența semnalului.)

Câțiva producători persistă în folosirea termenului de adresabilitate pentru a descrie calitatea monitoarelor. Adresabilitatea este, în esență, o măsură a lărgimii de bandă pentru monitoarele color. Aceasta indică numărul de puncte de pe ecran către care pot trimite electroni tunurile tubului. Adresabilitatea ignoră limitele fizice impuse de masca perforată. Cu alte cuvinte, adresabilitatea descrie calitatea maximă a semnalelor care pot fi manipulate de monitor, dar nu este obligatoriu ca aceste semnale să fie transformate în totalitate în imagini afișate pe ecran.

## Tratamentul antireflexie

Cele mai multe oglinzi sunt făcute din sticlă și sticla încearcă să imite oglinzile. Datorită diferenței dintre indicele de refracție al aerului și cel al sticlei, sticla reflectă în mod natural lumina. Dacă vreți să fabricați oglinzi, acesta este un lucru foarte bun. Dacă vreți

să fabricați monitoare – sau, mai rău, dacă vreți să le folosiți – reflectivitatea sticlei poate fi o problemă. Lumina din cameră sau de la o fereastră, reflectată de suprafața de sticlă a ecranului, poate să depășească luminozitatea stratului fosforescent. Ca rezultat, textul sau imaginile de pe ecran tind să dispară sau să fie ascunse de strălucirea ecranului.

Cu cât este mai mare curbura ecranului, cu atât acesta este mai expus la probleme de reflexie, deoarece ecranul poate să reflecte o porțiune mai mare din mediul înconjurător. Un monitor cu curbură sferică se comportă precum o oglindă convexă dispusă strategic pentru supravegherea magazinelor sau a curbelor dificile. Cu cât ecranul este mai plat, cu atât reflexia este mai puțin problematică. În cazul unui ecran absolut plat, răsucirea cu câteva grade a monitorului elimină orice strălucire sau reflexie.

Nu puteți să modificați curbura unui monitor. Totuși, există câteva soluții. Tratamentele anti-reflexie pot să reducă sau să elimine reflexiile pentru cele mai multe tuburi CRT. Sunt disponibile câteva tehnologii de reducere a reflexiei, oarecum diferite ca eficiență.

**Folosirea plaselor**

Cel mai puțin tehnic și mai ieftin tratament antireflexie este aplicarea unei simple plase, de obicei de nylon. Plasa poate fi aplicată fie direct pe suprafața ecranului, fie într-un cadru mobil dispus la aproximativ un inci de ecran. Fiecare ochi al plasei se comportă ca un tub, care vă permite să vedeți numai lumina care pătrunde drept prin acesta dinspre ecran și elimină lumina din lateral. Plasa nu vă împiedică să vedeți ecranul, dar nu permite luminii din diferite unghiuri să ajungă la ecran.

Deși este foarte simplă, această metodă funcționează surprinzător de bine. Produsele comerciale mai ieftine seamănă suspect de mult cu niște ciorapi întinși pe o ramă. Din nefericire, această plasă are și un efect secundar nedorit. Pe lângă faptul că împiedică strălucirea ecranului, blochează și o parte din lumina emisă de ecran, ceea ce face ca imaginea să apară mai întunecată. Ca urmare, uneori este nevoie să măriți luminozitatea ecranului, ceea ce poate duce la pierderea clarității imaginii.

**Prelucrarea mecanică**

Reflexia poate fi redusă și prin mijloace mecanice – desigur, nu o mașinărie care să intercepteze lumina înainte de a ajunge la ecran, ci o prelucrare mecanică a ecranului. Prin polizarea ușoară a sticlei, suprafața exterioară a ecranului poate fi făcută să împrăștie lumina, în loc să o reflecte. Fiecare punct de pe ecran rezultat în urma polizării mecanice reflectă aleatoriu lumina, trimițând-o în toate direcțiile. Un ecran cu suprafața netedă reflectă un fascicul de lumină fără să îl împrăștie, aruncându-vă în ochi orice sursă de lumină. Deoarece lumina împrăștiată de sticla polizată este dispersată, la ochii dumneavoastră ajunge o cantitate mai mică de lumină și strălucirea nu este atât de puternică. Pe de altă parte, deoarece suprafața aspră a ecranului dispersează și lumina provenită din interiorul tubului, nu numai lumina reflectată, acest tratament reduce claritatea imaginilor. Tratamentul mecanic face ca textul să apară pe ecran puțin încețoșat și mai puțin concentrat, ceea ce pentru unii producători este o problemă mai mare decât strălucirea ecranului.

**Acoperirea**

Reflectivitatea poate fi redusă prin aplicarea unor substanțe pe suprafața tubului CRT. În acest scop pot fi folosite două tipuri de straturi de acoperire. Unul dintre acestea formează o peliculă cu neregularități pe suprafața tubului. Această peliculă acționează la fel ca un ecran prelucrat mecanic, împrăștiind lumina.

Ecranul poate fi acoperit și cu un compus special, precum fluorura de magneziu. Prin controlul precis al grosimii stratului de compus poate fi redusă reflectivitatea ecranului.

Grosimea stratului de acoperire trebuie să fie egală cu un sfert din lungimea de undă a luminii[1] (de obicei a luminii de la jumătatea spectrului vizibil). Lumina care trece prin stratul de fluorură și este reflectată de suprafața ecranului este defazată față de lumina care ajunge din exterior pe suprafața stratului, anulându-se reciproc. Lentilele aparatelor de fotografiat sunt acoperite în același scop – eliminarea reflexiilor. O acoperire corespunzătoare a ecranului poate reduce strălucirea fără să afecteze claritatea și luminozitatea ecranului.

**Polarizarea**

Lumina poate fi polarizată; aceasta înseamnă că fotonii sunt restricționați la un singur plan de oscilare. Un filtru de polarizare nu permite decât trecerea luminii cu o anumită polarizare. Două filtre de polarizare pot fi aranjate linear pentru a permite trecerea luminii cu un singur plan de polarizare (dacă planele de polarizare ale filtrelor sunt paralele) sau pentru a împiedica trecerea luminii (dacă planele de polarizare ale filtrelor sunt perpendiculare).

Primul filtru lasă să treacă numai un anumit tip de lumină. Al doilea filtru lasă să treacă numai un alt tip de lumină. Deoarece la al doilea filtru nu ajunge niciodată al doilea tip de lumină, lumina nu trece deloc de aceste filtre.

Atunci când lumina este reflectată de o suprafață, polarizarea acesteia este rotită cu 90 de grade. Acest principiu al fizicii face ca filtrele de polarizare să fie excelente pentru reducerea reflexiilor.

La mică distanță de suprafața ecranului este plasată o foaie dintr-un material polarizant. Lumina dintr-o sursă exterioară trece prin acest material și este polarizată. Atunci când ajunge la suprafața ecranului și este reflectată, planul de polarizare este rotit cu 90 de grade. Ajunsă din nou la filtru lumina este defazată și nu mai poate trece. În același timp, lumina emisă de ecran trebuie să treacă o singură dată prin filtru și, deși este polarizată, nu este împiedicată să treacă prin filtru.

Orice tratament antireflexie are unele dezavantaje. Din cauza plaselor, caracterele de pe un ecran cu claritate bună apar cețoase, deoarece sunt întrerupte de structura plasei. Tratamentele mecanice sunt scumpe și fac ca ecranul să apară cețos sau cu concentrare slabă. Același efect îl au straturile de acoperire care dispersează lumina. Straturile de acoperire optice, filtrele Polaroid și chiar plasele au propriile reflexii. Chiar materialul cu care se face tratamentul poate avea o strălucire proprie. În plus, toate tratamentele antireflexie – și în special filtrele de polarizare – tind să facă ecranul mai întunecat. De fapt, filtrele de polarizare reduc luminozitatea ecranului la un sfert din nivelul original.

În ciuda acestor lipsuri, tratamentele antireflexie sunt surprinzător de eficiente. Acestea pot reduce obosirea ochilor și pot elimina durerile de cap provocate de folosirea îndelungată a calculatorului.

## Unghiul de deflexie

O altă diferență între tuburile CRT este dată de *unghiul de deflexie*, care măsoară unghiul maxim sub care poate fi curbat fasciculul de electroni. Acesta corespunde unghiului sub care se lărgește tubul. Un tub cu unghi de deflexie mic este lung și are un ecran mic. Un unghi de deflexie mare permite obținerea unor ecrane mai mari, cu tuburi mai scurte. În mod ideal, cel mai bun tub ar fi cel mai scurt, dar cu cât unghiul de deflexie crește, cu

1 Lumina albă naturală este o combinație a unor radiații vizibile având lungimi de undă cuprinse între 400 nm și 700 nm. (n. trad.)

atât mai dificile sunt controlul fasciculului de electroni și obținerea unei imagini perfecte. Ca urmare, unghiurile de deflexie mai mici produc imagini mai bune. Îmbunătățirile tehnologice au permis creșterea unghiurilor de deflexie, menținând calitatea imaginii. În acest fel, monitoarele pot fi mai scurte, ocupând mai puțin spațiu pe birou.

Un monitor poate să deflecte fasciculul de electroni din tubul CRT atât în stânga, cât și în dreapta liniei pe care s-ar deplasa electronii în lipsa deflexiei. Prin convenție, unghiurile de deflexie precizate pentru un tub CRT reprezintă unghiul total de la stânga la dreapta. Până către sfârșitul anilor '90, aproape toate monitoarele foloseau tuburi CRT cu unghiuri de deflexie de 90 de grade. Televizoarele, care au cerințe mai reduse privind calitatea imaginii, folosesc, de obicei, tuburi de 110 grade. În 1999, au început să apară pe piață monitoare cu tuburi de 100 de grade.

## Caracteristicile imaginii

Circuitele electronice ale unui monitor controlează dimensiunea, forma și alte aspecte ale imaginii afișate. Fiecare dintre aceste aspecte ale imaginii este definit și caracterizat în mai multe moduri. Cel mai rudimentar aspect este dimensiunea ecranului. Deși principala limită a imaginii este fizică – cu cât ecranul monitorului este mai mare, cu atât poate produce imagini mai mari – circuitele electronice ale monitorului controlează mărimea imaginii pe ecran. Din cauza subbaleierii obișnuite în cazul monitoarelor pentru calculatoare, dimensiunea reală a imaginii este aproape întotdeauna mai mică decât ecranul. Raportul dimensiunilor descrie forma imaginii independent de mărimea acesteia. Cele mai multe monitoare vă pun la dispoziție mai multe elemente de control cu care puteți să modificați dimensiunea și forma imaginii, așa că dumneavoastră sunteți adevăratul arbitru al modului în care arată imaginile afișate pe ecranul monitorului.

### Dimensiunea ecranului

Cea mai semnificativă măsură a monitoarelor bazate pe tuburi CRT este dimensiunea ecranului. Deși pare ceva simplu, dimensiunea ecranului este în cel mai bun caz ceva ambiguu și în cel mai rău caz ceva care poate induce în eroare.

Confuzia începe cu televizoarele – ca multe alte confuzii. Primele televizoare aveau tuburi CRT rotunde și dimensiunea acestora era ușor de măsurat – diametrul tubului. În anii '50, când tuburile dreptunghiulare au început să domine piața, de la măsurarea diametrului s-a trecut la măsurarea diagonalei fetei tubului. Diagonala unui tub dreptunghiular era cel mai apropiat echivalent al diametrului unui tub rotund. De asemenea, diagonala era cea mai mare măsură rezonabilă pe care o putea specifica producătorul.

Spre deosebire de imaginea televizoarelor, care de obicei acoperă tot ecranul, monitoarele calculatoarelor limitează mărimea imaginii. Deoarece imaginea este mai greu de controlat la marginile ecranului, producătorii de monitoare mențin calitatea imaginii prin restricționarea acesteia la o suprafață mai mică. Marginile tubului CRT sunt mascate de marginile carcasei monitorului.

Aceste margini înseamnă că nici o imagine nu poate umple în întregime ecranul – cel puțin nu o imagine complet vizibilă. Dimensiunea tubului devine irelevantă pentru aprecierea realistă a imaginii. Totuși, unii producători folosesc în continuare această valoare pentru descrierea monitoarelor. Din fericire, cei mai mulți au recunoscut această măsură ca o exagerare optimistă și au început să folosească ca măsură mai realistă diagonala suprafeței reale de afișare.

VESA a adoptat ca măsură standard diagonala zonei maxime de afișare a imaginii prin standardul *Video Image Area Definition*, versiunea 1.1, publicat pe 26 octombrie 1995.

Acest standard cere ca dimensiunea suprafeței de afișare a imaginilor pentru un ecran să fie specificată prin dimensiunile verticală și orizontală a zonei active de afișare a imaginii, atunci când monitorul este configurat de producător, folosind semnalele de testare stabilite de producător. Valorile trebuie să fie specificate în milimetri, cu o eroare maximă de două procente în plus sau în minus. Sunt permise și toleranțe mai mari, cu condiția să fie specificate explicit de producător. În nici un caz dimensiunile imaginii vizibile nu pot depăși spațiul încadrat de marginile carcasei monitorului.

Deoarece raportul dimensiunilor pentru monitoarele PC-urilor este 4:3, calcularea dimensiunilor verticală și orizontală a monitorului pornind de la diagonală este foarte simplă. Diagonala reprezintă ipotenuza unui triunghi dreptunghic 3-4-5 și acest raport poate fi aplicat ecranelor de orice dimensiune. Tabelul 18.1 prezintă dimensiunile pentru ecranele cele mai des întâlnite.

**Tabelul 18.1** Dimensiunile nominale ale ecranelor CRT

| *Diagonală* | *Orizontal* | *Vertical* | *Orizontal* | *Vertical* |
|---|---|---|---|---|
| | *Milimetri* | | *Inci* | |
| 14 inci | 284 | 213 | 11,2 | 8,4 |
| 15 inci | 305 | 229 | 12 | 9 |
| 16 inci | 325 | 244 | 12,8 | 9,6 |
| 17 inci | 345 | 259 | 13,6 | 10,2 |
| 20 inci | 406 | 305 | 16 | 12 |
| 21 inci | 427 | 320 | 16,8 | 12,6 |

*Ecranele de tip portret*, care sunt proiectate pentru a vă oferi o imagine mai apropiată de ceea ce vedeți pe hârtia tipărită de imprimantă, nu fac decât să întoarcă pe o parte un tub CRT obișnuit. Piața de desfacere nu este destul de mare pentru a justifica dezvoltarea unor tuburi CRT specifice acestor aplicații. Mai mult, raportul dimensiunilor de 4:3 este destul de bun, deoarece spațiul „activ" al unei pagini de tip letter – spațiul ocupat de textul tipărit dacă tăiați marginile – este de aproximativ opt pe zece inci, care intră aproape perfect pe un tub standard. Atunci când imaginea este măsurată pe acest tip de ecrane, verticala devine orizontală și toate măsurătorile sunt rotite cu 90 de grade.

## Suprabaleierea și subbaleierea

Două monitoare cu ecrane de aceeași mărime pot afișa imagini complet diferite ca dimensiune. Monitoarele cu semnal complex sunt deseori afectate de *suprabaleiere* (overscan); acestea încearcă să genereze imagini mai mari decât ecranul, așa că marginile și colțurile zonei active de afișare sunt tăiate. (Suprabaleierea este proiectată astfel încât, pe măsură ce componentele din interiorul monitorului îmbătrânesc și devin mai slabe, imaginea să revină la dimensiunile normale – probabil după o perioadă de câțiva ani.) *Subbaleierea* (underscan) este condiția opusă – imaginea este mai mică decât dimensiunea nominală a ecranului. Pentru o dimensiune dată a ecranului, imaginea suprabaleiată pare mai mare, cu prețul decupării marginilor imaginii și al unei distorsionări mai mari la periferia imaginii. Subbaleierea irosește o parte din zona activă de afișare a ecranului. Figura 18.5 ilustrează efectele subbaleierii și suprabaleierii pe două ecrane de aceeași dimensiune.

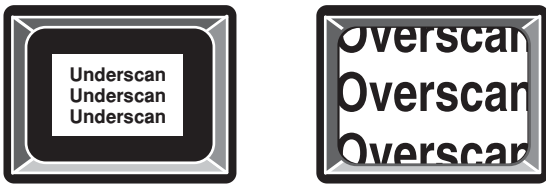



**FIGURA 18.5**
*Comparație între subbaleiere și suprabaleiere.*

Subbaleierea este perfect normală pentru ecranele calculatoarelor și nu indică în mod necesar existența unei probleme, decât dacă este exagerată – de exemplu, dacă în jurul imaginii rămâne un chenar de doi inci. Subbaleierea contribuie la menținerea unei calități înalte a imaginii, deoarece geometria imaginii este mai ușor de controlat în centrul ecranului decât la marginile acestuia. Prin restrângerea dimensiunilor imaginii se asigură afișarea corectă a liniilor drepte. Mai mult, dacă extindeți imaginea până la marginea ecranului și vă schimbați poziția, s-ar putea ca o parte din imagine să fie mascată de marginile carcasei monitorului. Sticla din partea frontală a tubului este mai groasă decât credeți, având aproximativ un inci (25 de milimetri) suficient de mult ca a treia dimensiune să afecteze alinierea imaginii afișate.

Pe de altă parte, în timp ce suprabaleierea vă oferă o imagine mai mare și este modul obișnuit de lucru al sistemelor video, nu este o idee prea bună pentru imaginile de pe monitoarele PC-urilor. Părți importante ale imaginii se pot pierde în spatele marginilor carcasei. S-ar putea să pierdeți primele caractere ale unei linii afișate în mod text. În cazul unui sistem video, este de preferat afișarea unei imagini cât mai mari, acordându-se mai puțină atenție periferiei imaginii. De fapt, sistemele de difuzare a imaginilor restricționează partea importantă a imaginii într-o *zonă sigură*, care rămâne vizibilă chiar și pe televizoarele cu o suprabaleiere substanțială.

## Raportul dimensiunilor

Relația dintre lățimea și înălțimea unui ecran se numește raportul dimensiunilor. În prezent, forma monitoarelor, ca și a tuburilor CRT care afișează imaginea, este standardizată. Lățimea monitoarelor este de 1,33 ori mai mare decât înălțimea, rezultând același raport a dimensiunilor de 4:3 ca și în cazul televizoarelor și al ecranelor de cinematograf, înainte de răspândirea filmelor pe ecran lat. Inginerii de astăzi preferă să pună mai întâi valoarea mai mică, astfel încât raportul dimensiunilor să aibă o valoare mai mică decât 1. Exprimat în acest mod, raportul dimensiunilor se scrie 3:4 și are valoarea 0,75.

Alegerea raportului dimensiunilor este arbitrară și este o problemă de estetică. Conform esteților greci clasici, *raportul de aur* are valoarea 0,618 și reprezintă frumusețea absolută. Valoarea exactă a raportului de aur (Golden Ratio) este un număr irațional, (SQRT(5)-1)/2. Această frumusețe este matematică și estetică în același timp, fiind soluția ecuației x+1 = 1/x. Exprimat ca raportul dintre dimensiunile orizontală și verticală, raportul de aur este 1,618, soluția ecuației x-1 = 1/x.

Diferite sisteme de afișare folosesc raporturi proprii între dimensiuni. Tendința modernă este către raporturi mai mici. De exemplu, televiziunea de înaltă definiție (High Definition Television – HDTV) micșorează raportul dimensiunilor de la 3:4 al sistemelor video și de televiziune obișnuite la 9:15. Negativele pe care le obțineți cu un aparat de fotografiat de 35 mm au un raport de 4:6. Explicația formei mai apropiate de pătrat a sistemelor video are la origine faptul că ecranele primelor tuburi catodice erau rotunde. Cu cât imaginea era mai apropiată de un pătrat, cu atât folosea mai mult din ecranul circular al televizorului. Figura 18.6 compară raporturile dimensiunilor în cazul celor trei sisteme de afișare obișnuite.

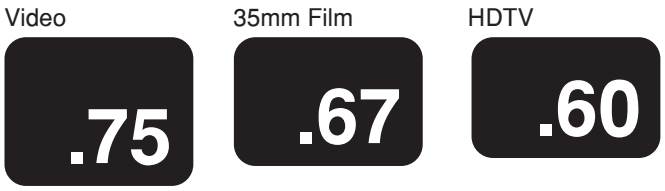



**FIGURA 18.6** *Raporturile dimensiunilor pentru diferite sisteme.*

Nu este obligatoriu ca imaginea să aibă același raport al dimensiunilor ca și monitorul. Partea electronică a monitoarelor separă circuitele care generează semnalele de baleiere orizontală și verticală, ceea ce are ca rezultat controlul independent al acestora. Relația dintre cele două dimensiuni poate fi ajustată, iar ajustarea conduce la modificarea raportului dimensiunilor imaginii afișate. De exemplu, prin creșterea amplificării semnalului orizontal, lățimea imaginii este mărită, ceea ce duce la un raport mai mare între dimensiuni.

În mod normal, ar trebui ca ajustarea relativă a semnalelor orizontale și verticale să fie făcută astfel încât să asigure un raport corect al imaginilor afișate pe ecran. Problemele apar atunci când monitorul este folosit pentru afișarea unor imagini cu standarde diferite. Nepotrivirea este evidentă în special pentru ecranele VGA, deoarece standardul VGA permite trei valori diferite pentru numărul de linii – 350, 400 și 480 – pentru a asigura compatibilitatea cu standardele și programele mai vechi. Dacă toate celelalte condiții sunt identice, o imagine formată din 350 de linii reprezintă mai puțin de trei sferturi dintr-o imagine cu 480 de linii. Pentru compensare, monitoarele VGA folosesc polaritatea semnalelor de sincronizare orizontală și verticală ca să indice numărul de linii al imaginii. Deoarece sistemul de operare Windows acceptă displayuri VGA numai la rezoluția 640x480 de pixeli, această compensare nu are nici o importanță practică.

## Dimensionarea imaginii

Producătorii de monitoare au pus la punct tehnologia de *autodimensionare*, pentru a permite adaptarea la diferite standarde video. Autodimensionarea funcționează prin examinarea semnalului video și ajustarea automată a monitorului pentru compensarea diferențelor de lățimi ale liniilor și de înălțimi ale ecranelor. Autodimensionarea reală funcționează indiferent de semnalul trimis către monitor, scalând imaginea în funcție de numărul liniilor de afișare.

Corespondența nu este întotdeauna perfectă. Monitoarele se pot apropia de o afișare perfectă, dar imaginea poate fi deplasată către una dintre laturile ecranului sau poate manifesta alte deficiențe. Semnalele analogice sunt sensibile la sincronizarea precisă, iar deviațiile de sincronizare pot avea ca rezultat erori de afișare. De obicei, este necesar să ajustați parametrii stabiliți automat de monitor.

Autodimensionarea este deseori adaptată la modurile de afișare. Aceasta înseamnă că monitorul nu încearcă să mențină o dimensiune constantă, indiferent de semnalul de intrare, ci clasifică intrările în anumite domenii limitate. Dacă acest mod de funcționare este asistat de o memorie aflată în interiorul monitorului, puteți să faceți o ajustare manuală perfectă pentru anumite rezoluții. Atunci când schimbați rezoluția, monitorul încarcă parametrii din memorie, în funcție de comanda dumneavoastră, și se ajustează corespunzător.

Deși autodimensionarea contribuie la configurarea ecranului, Windows a diminuat importanța posibilității de trecere rapidă de la un mod la altul. Windows păstrează o anumită rezoluție până când o schimbați manual, folosind meniul Display Properties.

## Distorsionarea imaginii

În afară de tunurile de electroni și de stratul fosforescent de pe suprafața internă a tubului catodic, fasciculul de electroni trece și printr-un sistem de deflexie și o serie de lentile electronice care concentrează și manipulează fasciculul pentru a asigura dimensiunea și poziția traiectoriei fasciculului pe ecran. Circuitele electronice ale monitorului controlează lentilele și sistemul de deflexie, ajustând traiectoria fasciculului electronic pe ecran. Pe lângă alte operații, circuitele electronice trebuie să compenseze diferențele legate de distanța parcursă de electroni în diferite puncte ale ecranului. Monitoarele moderne controlează foarte bine poziția fasciculului pe ecran.

Totuși, dacă sistemul de control nu este reglat corespunzător, imaginea poate prezenta o serie de defecte. Deoarece aceste defecte deformează imaginea față de aspectul normal, sunt numite colectiv *distorsionări de imagine*.

Cele mai des întâlnite forme de distorsionare a imaginii sunt distorsionare convexă și distorsionarea concavă. *Distorsionarea convexă („distorsionare butoi")* cauzează deformarea liniilor verticale și orizontale astfel încât centrul acestora se apropie de cea mai apropiată margine a ecranului. *Distorsionarea concavă („distorsionare pernă")* cauzează deformarea liniilor verticale și orizontale astfel încât centrul acestora se apropie de centrul ecranului.

**FIGURA 18.7**
*Distorsionarea convexă și distorsionarea concavă.*

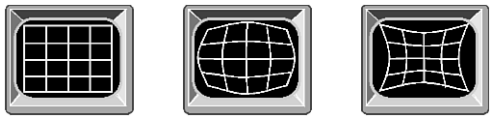



Figura 18.7 prezintă cele două tipuri de distorsionări, comparate cu imaginea normală.

Distorsionările concavă și convexă au aceeași cauză, compensarea necorespunzătoare a imaginii, și sunt, în esență, opuse. Supracompensarea distorsionării concave cauzează distorsionarea convexă. Cele două efecte sunt referite cu termenul general de *distorsionări*, indiferent de direcția în care sunt îndoite liniile.

Distorsionarea este întotdeauna mai accentuată către marginile imaginii. Toate monitoarele au posibilitatea de ajustare a compensării pentru eliminarea distorsionărilor, deși nu întotdeauna aceste controale sunt puse la dispoziția utilizatorilor. Uneori acestea sunt ascunse în interiorul monitorului. Alte monitoare include posibilități de ajustare a distorsionărilor în meniurile de control. Tehnicienii folosesc de obicei imagini de testare care afișează pe ecran o grilă regulată, permițând ajustarea monitorului pentru reducerea distorsionărilor. Puteți să folosiți o imagine care ocupă tot ecranul și să ajustați monitorul până când marginile imaginii sunt paralele cu marginile carcasei monitorului.

O formă mai puțin întâlnită de distorsionare este *distorsionarea trapezoidală*, în care marginile imaginii sunt drepte, dar nu sunt paralele cu marginile carcasei. Cu alte cuvinte, în loc să fie dreptunghiulară, imaginea de pe ecran este trapezoidală, având o latură mai mică decât latura opusă. Ca și în cazul celorlalte forme de distorsionare, toate monitoarele au posibilitatea de ajustare a distorsionării trapezoidale, deși nu întotdeauna acest control este pus la dispoziția utilizatorilor. Dacă monitorul permite controlul extern al distorsionării trapezoidale, aceasta poate fi ajustată la fel ca și celelalte distorsionări.

## Controlul imaginii

Unele monitoare (dar nu majoritatea) permit ajustarea suprabaleierii, subbaleierii și a raportului dimensiunilor prin simpla răsucire a unor butoane. Aceste monitoare sunt prevăzute cu butoane pentru dimensiunile (sau câștigul) pe verticală și pe orizontală, astfel încât să puteți modifica mărimea și forma imaginii după gusturile proprii. Cu

ajutorul acestor butoane – presupunând că au domenii de variație destul de mari – puteți face ca imaginea să atingă marginile ecranului sau o puteți concentra într-o formă geometrică mai mică, dar perfectă, în centrul ecranului.

Controalele pentru dimensiune și poziție vă permit să stabiliți cât din ecran este ocupat de imaginea activă. Cu ajutorul unor controale cu domenii de variație destul de mari, puteți face ca imaginea să se întindă dintr-un colț în altul al ecranului sau să o reduceți la o dimensiune mai mică, eliminând distorsionările geometrice care apar în mod inevitabil către marginile ecranului. Un set complet ar trebui să includă următoarele controale: poziția orizontală (numită uneori și fază), poziția verticală, dimensiunea orizontală (numită și lățime) și dimensiunea verticală (înălțime).

Un domeniu de variație mai mare este mai bun decât un domeniu de variație mai mic. Unele monitoare reduc domeniul de ajustare al controalelor, limitând dimensiunea maximă sau minimă a imaginii pe ecran. Mai rău, unii producători nu prevăd deloc o parte dintre aceste controale. De exemplu, unele monitoare nu au butoane pentru controlul dimensiunii orizontale. Ca rezultat, nu puteți să ajustați dimensiunea și raportul de afișare al imaginii.

Poziția optimă pentru aceste controale este pe panoul frontal al monitorului, astfel încât să le puteți ajusta și să vedeți imaginea în același timp. Dacă butoanele sunt dispuse în spatele monitorului vă trebuie brațe de gorilă ca să ajustați imaginea în timp ce verificați efectele acestor operații.

Controalele pentru imagini pot fi de două tipuri, analogice și digitale.

*Controalele analogice* sunt butoanele familiare pe care le întâlniți la televizoarele mai vechi. Rotiți butonul într-un sens și imaginea se mărește; rotiți-l în celălalt sens și imaginea se micșorează – numai uitându-vă la butoane vă dați seama cum este reglat monitorul și dacă acestea se află la un capăt sau la celălalt al cursei. Butonul este un sistem simplu de memorie; stă acolo unde îl lăsați până când îl mutați din nou. Totuși, controalele analogice se murdăresc și îmbătrânesc cu timpul și, de obicei, vă permit să stabiliți cu fiecare buton o singură valoare, care trebuie să acopere toate modurile de operare ale monitorului.

*Controalele digitale* reprezintă diferite tipuri de butoane acționate prin apăsare care controlează parametrii imaginii. Apăsați un buton și imaginea se mărește sau se deplasează către dreapta. Un alt buton are efecte opuse. De obicei, controalele digitale sunt legate de un microprocesor, o memorie și circuite de detectare a modului de operare, astfel încât puteți să prestabiliți diferite dimensiuni pentru fiecare mod video standard în care poate lucra monitorul.

Controalele digitale nu devin mai zgomotoase cu trecerea timpului, sunt mai fiabile și permit mai multe acționări, dar nu știți niciodată când vă apropiați de limita cursei. Cele mai multe butoane au două viteze de operare – o apăsare de scurtă durată determină o modificare minoră; o apăsare de lungă durată determină trecerea la un pas mai mare și modificări mai brutale. Desigur, dacă nu anticipați schimbarea pasului, veți modifica parametrii de afișare mai mult decât doriți și veți pierde ceva mai mult timp pentru reglarea corectă.

Controalele pentru poziție și dimensiune sunt irelevante pentru displayurile cu cristale lichide sau construite pe baza altor tehnologii asemănătoare. Panourile LCD sunt legate într-un mod mai direct de memoria de afișare, așa că locațiile de memorie corespund aproape exact fiecărui punct de pe ecran. Nu este nevoie să deplasați imaginea sau să îi schimbați forma, deoarece aceasta este fixată pentru totdeauna.

Cele mai multe displayuri bazate pe tuburi CRT păstrează și alte controale de la televizoarele din care se trag. Aproape toate monitoarele au un buton pentru luminozitate, care ajustează intensitatea fasciculului de electroni folosit pentru baleierea ecranului; prin folosirea acestui buton imaginea de pe ecran poate fi făcută mai strălucitoare sau mai întunecată. Butonul de contrast ajustează linearitatea relației dintre semnalul transmis și luminozitatea imaginii de pe ecran. Cu alte cuvinte, acest buton controlează luminozitatea comparată a unor semnale cu nivel diferit – cu cât sunt mai luminoase semnalele de intensitate înaltă. În cazul unor displayuri, funcțiile de reglare a luminozității și a contrastului sunt combinate într-un singur buton de „imagine“. Deși această combinație îi favorizează pe cei care nu se descurcă cu două butoane, are dezavantajul de a limita flexibilitatea de ajustare a imaginii conform gusturilor proprii.

Alte butoane, prezente la cele mai multe televizoare, de obicei lipsesc în cazul monitoarelor mai bune, deoarece sunt irelevante. Sincronizarea verticală, culoarea (saturația) și nuanța sunt relevante numai pentru semnalele video complexe, așa că este probabil să le găsiți numai în cazul sistemelor de afișare care folosesc o astfel de interfață. Butonul de sincronizare verticală reglează monitorul pentru descifrarea mai bună a semnalelor de sincronizare verticală din ambiguitatea semnalelor video complexe. Semnalele de sincronizare separate, folosite de alte standarde de afișare, elimină automat orice ambiguitate. Culoarea și nuanța ajustează relația dintre subpurtătoarea de culoare și restul semnalului video complex și nu are nici o semnificație pentru sistemele care nu folosesc un astfel de semnal.

# Sisteme de afișare cu ecrane plate

De la apariția televiziunii, prezicerile au inclus aproape universal ecrane TV mari și plate. Aproape imediat după ce primele televizoare CRT au început să-și împrăștie vraja în casele din întreaga lume, toată lumea a știut că aceasta este doar o tehnologie temporară. În curând urma să apară ceva mai bun. Desigur, mulți învățați preziceau în aceeași perioadă că în fiecare garaj va exista un autogir. Aceste lucruri se întâmplau acum 60 de ani și puțini oameni au ajuns să aibă un autogir. (Puțini își mai amintesc ce este un autogir.) Deși inginerii nu au încercat niciodată cu adevărat să împlinească visul aparatului de zbor personal, problema ecranelor plate a fost abordată cu zel și printr-o varietate de metode. Visul de acum 60 de ani nu este încă împlinit, dar suntem tot mai aproape.

Deși vechiul vis este un imbold, adevăratul motiv pentru dezvoltarea tehnologiei ecranelor plate are origini mult mai practice. Monitoarele CRT nu sunt practice pentru calculatoarele portabile, așa cum poate să vă spună oricine a lucrat cu un calculator portabil de 20 de kilograme din vechea generație. Numai sticla din tubul CRT cântărește mai mult decât cele mai multe calculatoare notebook actuale, iar pentru funcționarea unui tub CRT este nevoie de mai multă energie decât au nevoie calculatoarele portabile pentru toate circuitele și perifericele. Necesitatea a dus la apariția tehnologiei – care, de fapt, sunt mai multe – datorită căreia ecranele plate nu sunt doar practice, ci chiar inevitabile. Deși monitoarele CRT încă păstrează un avantaj pentru sistemele desktop (obțineți un ecran mai mare pentru aceiași bani), diferențele încep să dispară. În următorul deceniu – sau chiar mai puțin – displayurile convenționale vor deveni la fel de demodate ca, să zicem, autogirul.

## LCD

Câștigătoare în competiția tehnologiilor de afișare au fost displayurile LCD (Liquid Crystal Display). Spre deosebire de displayurile LED sau cu plasmă, care au luminozitate proprie, emițând fotoni în domeniul luminii vizibile, displayurile LCD nu

irosesc energie în acest mod. Cristalele LCD nu fac decât să blocheze trecerea luminii. Pentru a face vizibile imaginile, aceste ecrane blochează selectiv lumina reflectată (displayuri LCD reflective) sau lumina generată de o sursă secundară, ascunsă în spatele panoului LCD (displayuri LCD luminate din spate) sau în lateral (displayuri LCD luminate din lateral). De obicei, sursa de lumină este un panou electroluminiscent (EL), deși unele calculatoare laptop folosesc tuburi catodice fluorescente reci (Cold Cathode Fluorescent – CCF), care oferă o imagine mai strălucitoare, dar sunt mai scumpe, mai groase și mai complexe.

## Tehnologia nematică

Tehnologiile folosite de panourile LCD sunt descrise de mai mulți termeni, precum *supertwist*, *double supertwist* și *triple supertwist (super-răsucire simplă, dublă și triplă).* De fapt, *răsucirea (twist)* cristalelor controlează contrastul ecranului, așa că un ecran cu super-răsucire triplă are un contrast mai puternic decât un ecran cu super-răsucire simplă.

Istoria sistemelor de afișare pentru calculatoarele portabile (laptop și notebook) a fost marcată de inovațiile în tehnologia LCD. Inventate în 1960 de RCA (firma General Electric încă mai primește drepturi de autor pentru primele brevete RCA), sistemele de afișare cu cristale lichide s-au dovedit foarte potrivite pentru calculatoarele portabile, datorită consumului redus de energie, greutății mici și robusteței.

Un display LCD este de fapt un sandviș format din două folii de plastic între care se află un lichid special compus din molecule alungite sau *nematice.* O proprietate importantă a moleculelor nematice care formează cristalele lichide este că pot fi aliniate cu ajutorul unor șanțuri din foliile de plastic astfel încât să modifice polaritatea luminii care trece prin ele. Mai important, gradul în care este afectată polarizarea luminii poate fi modificat prin aplicarea unui curent electric asupra cristalelor lichide.

Lumina obișnuită nu este polarizată, așa încât cristalele lichide nu o afectează în mod vizibil. În cazul luminii polarizate, oscilațiile tuturor fotonilor componenți sunt aliniate pe o singură direcție. Un filtru de polarizare creează lumină polarizată permițând numai trecerea luminii cu o anumită polaritate (deci cu o anumită axă de oscilație). Cheia funcționării panourilor LCD este polarizarea.

Pentru producerea unui panou LCD, lumina este trecută mai întâi printr-un filtru de polarizare. De partea cealaltă a stratului de cristale lichide este pus un al doilea filtru de polarizare, cu axa de oscilație perpendiculară față de cea a primului filtru. În mod normal, lumina nu trece printr-o astfel de combinație de filtre, dar cristalele lichide modifică polaritatea luminii care trece de primul filtru, astfel încât o aliniază cu axa de oscilație a celui de-al doilea filtru. Prin trecerea unui curent electric prin cristalele lichide, gradul de modificare a polarității se schimbă, schimbându-se astfel și cantitatea de lumină care trece prin al doilea filtru.

Pentru afișarea imaginilor pe panoul LCD, nu trebuie decât să aplicați selectiv curenți electrici asupra unor mici zone de cristale lichide. Zonele asupra cărora se aplică un curent sunt întunecate; celelalte sunt luminate. Schimbările sunt făcute mai vizibile de sursa de lumină din spatele ecranului.

În ultimii ani, inginerii au adus câteva îmbunătățiri modelului LCD de bază, încercând să îmbunătățească contrastul și culoarea. În termeni tehnici, modelul LCD descris mai sus este numit *tehnologie nematică prin răsucire (twisted nematic* sau TN). În starea normală, moleculele nematice ale unui display TN schimbă polarizarea luminii cu 90 de grade, contracarând efectul celor două filtre de polarizare care formează ecranul.

Prin creșterea gradului în care moleculele nematice afectează polarizarea luminii, contrastul dintre zonele întunecate și cele luminate poate fi crescut. Un panou LCD care schimbă polarizarea luminii cu 180 până la 270 de grade se numește *ecran cu super-răsucire nematică (*sau, mai simplu, *display supertwist)*. Un efect secundar al răsucirii suplimentare este faptul că la afișarea imaginilor color apar acele nuanțe de verde-gălbui și albastru strălucitor, obișnuite pentru cele mai multe displayuri LCD.

Apariția acestor umbre de culoare poate fi evitată prin montarea cap la cap a două cristale lichide, astfel încât polarizarea luminii să fie modificată în sensuri opuse. În mod logic, acest model este numit *ecran cu super-răsucire nematică dublă*. Acest model este folosit în prezent pentru calculatoarele laptop cu ecrane alb-negru de calitate VGA. Totuși, există și un dezavantaj. Deoarece între ochiul utilizatorului și sursa de lumină se află două straturi de cristale lichide, panourile cu dublă răsucire par mai întunecate ori au nevoie o sursă de lumină mai puternică pentru a asigura o vizibilitate corespunzătoare.

Ecranele cu *super-răsucire nematică triplă* compensează apariția umbrelor de culoare prin dispunerea de o parte și de alta a stratului de cristale lichide a unor pelicule polimerice. Deoarece aceste pelicule absorb o cantitate mai mică decât cele două panouri ale ecranelor cu răsucire dublă, este suficientă o iluminare mai slabă – ceea ce înseamnă mai puțină energie consumată – din spatele ecranului pentru obținerea aceluiași nivel de strălucire.

## Tehnologia colesterică

În 1996, Institutul pentru Cristale Lichide al Universității Kent (Liquid Crystal Institute of Kent State University) a pus la punct și a început producerea comercială a unui sistem de afișare cu cristale lichide bazat pe o altă tehnologie. Numit panou LCD colesteric (cholesteric LCD), acest model folosește cristale lichide care trec de la starea transmisivă la starea reflectivă, în loc să modifice polaritatea luminii. Această schimbare de stare este mai vizibilă direct și nu impune folosirea luminii polarizate. Deoarece filtrele de polarizare reduc luminozitatea panourilor nematice cu până la 75 de procente, panourile LCD colesterice sunt mai strălucitoare. Primele modele pot obține un nivel înalt de contrast fără iluminare din spate.

Ecranele colesterice au și un alt avantaj. Acestea sunt bistabile. Aceasta înseamnă că pentru menținerea unui pixel în starea transmisivă sau în starea reflectivă nu este nevoie de energie exterioară. După ce este activat, un pixel rămâne în această stare până când este explicit dezactivat. Ecranul consumă energie numai pentru modificarea stării pixelilor. De fapt, un ecran colesteric păstrează ultima imagine afișată chiar și după oprirea alimentării. Ca rezultat, consumul de energie în cazul ecranelor pentru calculatoarele portabile ajunge numai la 10 procente din cel al ecranelor nematice.

În plus, tehnologiile de fabricare a ecranelor colesterice permit realizarea unor detalii mult mai fine. Universitatea Kent a realizat deja panouri de afișare în tonuri de gri cu rezoluții de până la 200 de pixeli pe inci. Deși primele produse sunt limitate doar la ecrane cu tonuri de gri, în prezent se lucrează la crearea unor panouri colesterice color.

## Matricea pasivă

Panourile LCD nematice sunt de două tipuri, în funcție de modul de aplicare a curentului care aliniază moleculele nematice. Cele mai multe panouri LCD au o matrice de conductoare orizontale și verticale, fiecare pixel fiind localizat la intersecțiile dintre acești conductori. Fiecare pixel este înnegrit prin trimiterea unui curent prin conductorul corespunzător către cristalul lichid. Acest tip de ecran este numit matrice pasivă.

## Matricea activă

Cealaltă soluție, matricea activă, este cunoscută sub numele de *tranzistor cu strat subțire* (Thin Film Transistor sau TFT). În cazul acestor ecrane, fiecărui pixel de pe ecran îi corespunde un tranzistor. Tranzistorul acționează ca un releu. Prin grila orizontală și verticală se trimite un curent de intensitate mică, iar tranzistorul comută un curent de intensitate mai mare pentru activarea pixelilor de pe ecranul LCD.

Avantajul matricei active este faptul că grila este traversată de un curent mai mic, ceea ce permite activarea și dezactivarea mai rapidă a pixelilor. În timp ce ecranele LCD pasive pot fi actualizate numai de aproximativ douăzeci de ori pe secundă, modelele TFT pot opera la viteza monitoarelor obișnuite – de zece ori mai repede. Viteza mai mare de actualizare a imaginilor permite răspunsuri mai rapide – de exemplu, cursorul mouse-ului nu mai dispare atunci când îl deplasați dintr-o parte în alta a ecranului.

Dezavantajul modelului TFT este faptul că impune fabricarea unui tranzistor pentru fiecare pixel de pe ecran. Pentru instalarea acestor tranzistoare este necesară combinarea proceselor de producție a ecranului LCD și a stratului de componente semiconductoare. Este ca și cum zidarii și dulgherii ar lucra împreună.

## Panourile cu baleiere dublă

Pentru obținerea calității matricelor active, fără a plăti prețul acestora, inginerii au crescut viteza de baleiere a panourilor pasive. Ecranele pasive cu baleiere dublă funcționează exact așa cum sugerează numele: ecranul este baleiat de două ori în perioada de timp necesară pentru o singură baleiere a unui ecran obișnuit. În loc să treacă de două ori peste același pixel, circuitele electronice ale sistemului de afișare împart ecranul în două jumătăți pe care le baleiază în același timp. Ideea este asemănătoare cu cea folosită pentru ecranele întrețesute, scăzând frecvența de baleiere, dar aranjamentul și efectele sunt puțin diferite. Ecranele cu baleiere dublă împart ecranul pe verticală în două jumătăți. Această împărțire înseamnă că pentru actualizarea fiecărui pixel se folosește de două ori mai mult timp decât ar fi nevoie în cazul actualizării întregului ecran la aceeași frecvență. Rezultatul este creșterea strălucirii, contrastului și vitezei de afișare. Totuși, nu se ajunge la nivelul de calitate al ecranelor cu matrice activă.

Uneori, producătorii folosesc abrevierea *DSTN* pentru ecranele cu baleiere dublă. Aceasta este prescurtarea de la Double-scanned Super-Twist Nematic. *HPA*, prescurtarea de la High Performance Addressing, este o tehnologie îmbunătățită de baleiere dublă. Rețineți că sistemele de afișare DSTN și HPA folosesc matrice pasive.

## Timpul de răspuns

În cazul panourilor LCD, corespondentul persistenței este *timpul de răspuns*. Pentru încărcarea și descărcarea fiecărui pixel este necesară o perioadă finită, care este tocmai timpul de răspuns. Timpii de încărcare și timpii de descărcare pot fi, și deseori chiar sunt, diferiți pentru un pixel și de obicei sunt specificați individual. De exemplu, pentru unele ecrane active timpul de dezactivare este de două ori mai mare decât timpul de activare.

Temperatura mediului poate avea efecte dramatice asupra timpului de răspuns al unui panou LCD. La 0°C, timpul de răspuns al unui ecran poate fi de trei ori mare decât la temperatura camerei.

La temperatura camerei, un pixel al unui ecran cu matrice activă are un timp de răspuns de 10-50 de milisecunde.

### Afișarea culorilor

Domeniul de culori care poate fi afișat de panourile actuale cu cristale lichide este mai limitat decât în cazul displayurilor CRT. Deși numărul mai mic de culori nu recomandă folosirea panourilor LCD pentru aplicațiile în care afișarea culorilor este critică, precum pregătirea publicațiilor, domeniul afișat este suficient de mare pentru prezentarea realistă a imaginilor color. De fapt, dacă nu trebuie să asigurați corespondența exactă a culorilor, probabil nu veți observa domeniul mai restrâns de culori.

O altă problemă, înrudită, era controlul temperaturii de culoare. Primele panouri LCD aveau temperaturi aproape aleatorii ale culorilor; acestea erau stabilite în funcție de iluminarea disponibilă. Panourile moderne oferă posibilitatea de selectare a temperaturii de culoare, de obicei o valoare corespunzătoare luminii de zi (în domeniul a 5000 de grade Kelvin), o temperatură „albăstruie“ fierbinte (în jur de 9000 de grade Kelvin) și o temperatură ajustabilă, definită de utilizator.

## Displayurile cu emisie de câmp

Principalul contracandidat al panourilor cu cristale lichide sunt *displayurile cu emisie de câmp (Field Emission Display)* sau FED. Tehnologia a fost descrisă pentru prima dată de Charles A. Spindt și alți cercetători în 1989, iar primul ecran FED monocrom a fost prezentat în 1991. Ecranele color au urmat câțiva ani mai târziu. Panouri FED comerciale au fost oferite la începutul anului 1996, deși cu dimensiuni mai mici decât cele necesare pentru displayurile PC-urilor. Deși apariția primelor PC-uri notebook cu ecrane FED erau așteptate către sfârșitul anului 1997, pătrunderea pe piață a tehnologiei s-a dovedit destul de lentă. Pixtech a prezent în 1998 un ecran color funcțional, dar acesta nu a fost introdus în producție. De fapt, la începutul anului 1999, Pixtech a promis un ecran color cu rezoluția de 320x200 de pixeli, iar Futuba a oferit un ecran cu rezoluție VGA, deși mic și verde. Producătorii încă lucrează la panouri mici (2,5 inci) pentru televizoare de mână și panouri mari (40 de inci) pentru ecrane de perete.

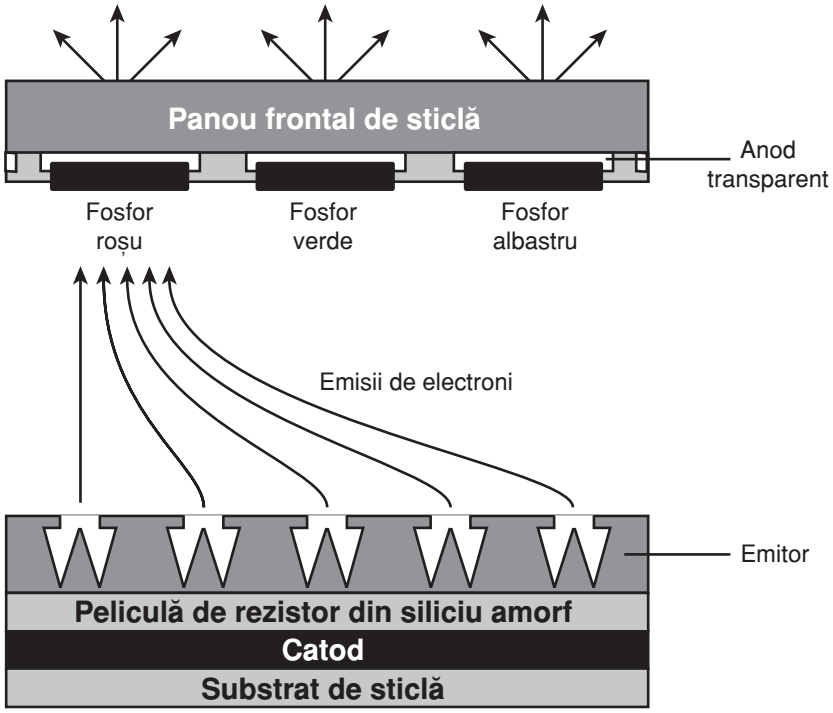
Printr-o întoarcere radicală la modelele mai vechi, panourile FED folosesc același principiu de iluminare ca și tuburile cu raze catodice. Un flux de electroni lovește un strat de fosfor, făcându-l să strălucească. Ca și în cazul tuburilor CRT, electronii se deplasează printr-un spațiu vidat, așa că panoul FED este, în esență, un tub cu vid aplatizat. Totuși, în locul unui singur tun electronic pentru fiecare culoare, panourile FED folosesc multipli emitori conici microscopici pentru producerea fasciculelor de electroni. Mai multe sute de astfel de emitori catodici formează pixelii imaginii. Fiecare grup de emitori are propriul tranzistor de comandă, la fel ca panourile LCD cu matrice activă. Emitorii au formă conică, ceea ce favorizează emisia de electroni.

De cealaltă parte a panoului, fiecare pixel este format dintr-o triadă convențională de puncte fosforescente, câte unul pentru fiecare culoare primară. Fiecare punct este asociat unui anod transparent care atrage fluxul de electroni. Pentru separarea celor trei culori ale fiecărui pixel, circuitele electronice de comandă activează în secvență fiecare dintre cei trei anozi, astfel încât timpul de afișare pentru un pixel este împărțit în trei, cu o treime pentru fiecare culoare. Întregul ansamblu este inclus între două panouri de sticlă, care formează incinta tubului vidat. Figura 18.8 prezintă modul de construcție a ecranelor FED, folosit de unul dintre producători.

Distanța scurtă pe care trebuie să o traverseze fluxul de electroni în cazul ecranelor FED reduce mult tensiunea necesară pentru operarea dispozitivului. Anodul unui ecran FED se poate afla la numai 200 de microni de cel mai apropiat catod. În locul unui potențial

de mii de volți între anod și catod, tubul FED lucrează la numai 350 volți. În esență, tubul FED este un dispozitiv de curent, bazându-se pe un curent de intensitate mare, sub forma unui flux dens de electroni, pentru asigurarea unei iluminări suficiente. Curentul de intensitate mare reprezintă unul dintre principalele obstacole tehnologice pentru crearea unor displayuri FED corespunzătoare. Compușii fosforescenți convenționali se deteriorează rapid sub efectul electronilor, arzându-se în timp scurt.

**FIGURA 18.8**
*Secțiune transversală printr-un display cu emisie de câmp (Field Emission Display).*




Un ecran FED se comportă mai degrabă ca un display CRT decât ca un panou LCD. Fasciculele de electroni răspund rapid la modificările tensiunilor de comandă. Timpul de răspuns al displayurilor FED este de câteva microsecunde, în comparație cu timpul de răspuns de ordinul milisecundelor al panourilor LCD. De asemenea, displayurile FED au unghiuri de vizualizare mai mari decât ale panourilor LCD. Imaginea de pe un ecran FED este vizibilă din unghiuri de aproximativ 160 grade, la fel ca în cazul displayurilor CRT. În plus, tehnologia FED promite să fie mult mai eficientă din punctul de vedere al eficienței energetice decât tehnologia LCD, oferind același nivel de strălucire pentru numai jumătate din energie.

În prezent, există două direcții de dezvoltare. Ecranele FED cu tensiune scăzută, cum sunt cele produse de Futuba și Pixtech, au nevoie de tensiuni de aproximativ 500 de volți pentru operare. Ecranele FED cu tensiune mare, dezvoltate de firmele Candescent și Sony, au nevoie de aproximativ 5000 de volți. Dezvoltatorii tehnologiei la tensiune mai mare promit ecrane mai strălucitoare și durată de viață mai mare, deși cerințele de tensiune le fac critice pentru PC-urile notebook. Este mai probabil ca această tehnologie să fie folosită pentru aplicații tradiționale: monitoare pentru calculatoare desktop și televizoare.

## Dispozitive cu suspensii de particule

Una dintre tehnologiile numite informal „tuburi de lumină“, *dispozitivele cu suspensii de particule*, sau SPD (suspended particle device), manipulează transmisia luminii modificându-și transparența sub control electric. În loc să genereze lumină, un dispozitiv SPD modulează o sursă separată de lumină, la fel ca un panou LCD. Asemănările cu panourile LCD sunt mai profunde. Dispozitivele SDP pot fi fabricate în aceleași instalații ca și panourile LCD, cu modificări minore ale procesului.

Așa cum sugerează și numele, un dispozitiv SPD folosește particule suspendate într-un lichid sau o peliculă în care sunt înglobate picături de lichid conținând suspensii de particule. Acest mediu este prins între două plăci de sticlă sau plastic, cu un strat conductor. Particulele sunt un element cheie în funcționarea dispozitivului. În starea normală, particulele sunt aliniate aleatoriu, difuzând lumina și blocând trecerea acesteia. O tensiune aplicată între cele două plăci de sticlă determină alinierea particulelor, făcându-le transparente. Efectul este rapid și, variind aplicarea tensiunii, gradul de transparență poate fi controlat.

Dezvoltatorii tehnologiei SPD susțin că aceasta are câteva avantaje față de panourile LCD. Ecranele SPD ar trebui să ofere contrast mai bun, luminozitate mai mare și unghiuri mai mari de vizualizare, deoarece nu sunt necesare ecranele de polarizare (care reduc intensitatea luminii la jumătate). De asemenea, ecranele SPD sunt mai puțin complexe – ceea ce înseamnă că ar trebui să fie mai ușor de fabricat și mai ieftine.

Producătorii explorează posibilitatea folosirii dispozitivelor SPD pentru displayurile sistemelor notebook, dar nici un produs SPD actual nu oferă numărul de culori și rezoluția panourilor LCD. Până acum, principala aplicație a acestei tehnologii sunt *ferestrele inteligente*. Acestea nu au nici o legătură cu sistemul de operare. Sunt doar ferestre tradiționale de sticlă, care devin transparente sau opace după dorința dumneavoastră.

## Displayuri electroluminiscente

Sursele de lumină din spatele multor displayuri LCD folosesc tehnologia electroluminiscentă. Unii producători încearcă să dezvolte displayuri plate care renunță la cristalele lichide și folosesc un panou EL (electroluminiscent) împărțit în pixeli individuali. Au fost deja puse la punct ecrane monocrome, dar crearea ecranelor color este problematică. Deși elementele EL verzi și albastre au durate de viață suficient de mari pentru aplicațiile comerciale, depășind 5000 de ore, elementele EL roșii actuale nu rezistă decât jumătate din acest timp. Lungimea de undă mai mare a luminii roșii necesită curenți mai mari, care reduc durata de viață a materialului. Totuși, producătorii consideră că această tehnologie va obține succese în următorii ani. Principala aplicație a acestei tehnologii sunt ecranele de perete.

## Ecrane cu plasmă

O altă soluție o reprezintă ecranele cu plasmă, care folosesc tensiuni înalte pentru ionizarea unui gaz, determinându-l să emită lumină. Cele mai multe ecrane cu plasmă prezintă strălucirea roșie portocalie a neonului, deoarece acesta este gazul folosit în interior. Ecranele cu plasmă sunt relativ ușor de fabricat la dimensiunile moderate ale calculatoarelor laptop și asigură o claritate nerivalizată de alte tehnologii. Totuși, ecranele cu plasmă consumă o cantitate mare de energie – de câteva ori mai mult decât cele bazate pe tehnologia LCD – la tensiuni mari, care trebuie obținute din tensiunea mică a bateriei de alimentare. Ca urmare, ecranele cu plasmă sunt folosite în principal

pentru calculatoarele portabile alimentate de la rețeaua electrică. Atunci când sunt folosite pentru calculatoare laptop, durata de viață a bateriei este destul de scurtă, de aproximativ o oră.

## LED

Proiectanții de calculatoare laptop au încercat să înlocuiască tuburile cu aproape toate celelalte tehnologii de afișare existente. Printre acestea se numără și panourile cu diode electroluminiscente (LED) – indicatoarele de tensiune ale anilor '80 – cu o strălucire roșie precum ochii diavolului. Dar LED-urile consumă o cantitate extraordinar de mare de energie. Ținând seama că un LED obișnuit, de dimensiune normală, consumă între 10 și 100 miliwați la strălucirea maximă și că aveți nevoie de aproximativ 100.000 de elemente individuale pentru un ecran, puteți să vă dați seama de importanța acestui aspect. Desigur, elementele individuale de afișare ale unui ecran LED sunt mai mici decât un indicator de tensiune și consumă mai puțină energie, dar micile ecrane LED create pentru primele calculatoare portabile consumau de câteva ori mai multă energie decât ecranele bazate pe tehnologiile actuale. În plus, claritatea imaginii unui ecran LED tinde să slăbească dacă lumina externă este puternică, iar procesul de fabricare a unor matrice mari de diode este relativ scump.

# Considerații practice

În prezent, singura opțiune pentru displayurile plate este tehnologia LCD. Chiar și așa, un număr de variabile fac ca unele sisteme de afișare să fie mai atractive decât altele. Atunci când cumpărați un PC notebook, sistemul de afișare este unul dintre factorii de selecție. Dacă un anumit sistem este potrivit pentru dumneavoastră depinde de rezoluția și dimensiunea displayului. În cazul displayurilor plate pentru PC-urile desktop, trebuie să țineți seama și de un alt factor: interfața folosită de sistemul de afișare.

## Rezoluția

Rezoluția este un aspect important al displayurilor plate; aceasta determină claritatea caracterelor și imaginilor afișate pe ecran. Produsele LCD comerciale disponibile în prezent ca displayuri independente pentru PC-uri desktop sau integrate în calculatoare notebook au una dintre următoarele rezoluții.

Rezoluția **VGA** reprezintă minimul actual. Rezoluția de 640x480 de pixeli mai poate fi întâlnită numai la cele mai ieftine sisteme notebook. Este potrivită pentru scrierea unor note sau alte aplicații simple, dar nu mai poate face față dacă vreți să deschideți mai multe ferestre sau să lucrați cu foi de calcul de dimensiuni mari.

Termenul **SVGA** se referă, de obicei, la rezoluția de 800x600 de pixeli. Acesta este principalul nivel de rezoluție actual, fiind întâlnit atât pentru calculatoarele notebook cu prețuri moderate, cât și pentru displayurile plate mai mici pentru sistemele desktop (între 12 și 14 inci). Popularitatea acestei rezoluții reflectă faptul că este un compromis bun între preț și utilitate.

**XGA** este termenul folosit pentru rezoluția de 1024x768 de pixeli. Aceasta este, în prezent, cea mai bună rezoluție pentru PC-urile notebook și pentru displayurile desktop cu prețuri accesibile.

Dincolo de XGA, terminologia este mai puțin uniformă. Totuși, industria sistemelor de afișare folosește o serie de acronime pentru nivelurile de rezoluție până la 2.048x1.536 de pixeli. Tabelul 18.2 prezintă numele folosite în mod obișnuit pentru rezoluții.

**Tabelul 18.2** Nivelurile de rezoluție și denumirile asociate

| *Nume* | *Pixeli pe orizontală* | *Pixeli pe verticală* | *Raportul dimensiunilor* |
|---|---|---|---|
| VGA | 640 | 480 | 0,75 |
| SVGA | 800 | 600 | 0,75 |
| XGA | 1.024 | 768 | 0,75 |
| SXGA | 1.280 | 1.024 | 0,75 |
| UXGA | 1.600 | 1.200 | 0,75 |
| HDTV | 1.920 | 1.080 | 0,56 |
| QXGA | 2.048 | 1.536 | 0,75 |

Displayurile LCD au o rezoluție inerentă, care este o proprietate fizică a panoului. Pixelii sunt o caracteristică fizică a ecranului. Un ecran XGA, de exemplu, are pe orizontală exact 1.024 de elemente de imagine active. Din această cauză, *distanța dintre pixeli* (pixel pitch) este mai puțin importantă decât în cazul displayurilor CRT. Toate displayurile de o anumită mărime și cu o anumită rezoluție au aceeași distanță între pixeli.

Ca rezultat, panourile LCD au o rezoluție de operare preferată, corespunzătoare rezoluției fizice. Deși unele sisteme LCD pot să simuleze rezoluțiile mai mici (și, într-o oarecare măsură, rezoluțiile mai mari), performanțele optime sunt obținute în cazul corespondenței corecte între rezoluții.

## Mărimea

Spre deosebire de monitoarele cu tuburi CRT, în cazul displayurilor LCD poate fi folosită întreaga suprafață. Deoarece imaginea corespunde exact numărului de pixeli de pe displayul LCD, nu se pune problema suprabaleierii sau subbaleierii. Dimensiunea ecranului este egală cu dimensiunea imaginii.

Standardul VESA Video Image Area Definition se aplică panourilor LCD ca și monitoarelor CRT. Totuși, cei mai mulți producători de panouri LCD preferă să specifice dimensiunea produselor folosind valoarea pentru diagonală, care a servit atât de bine pentru televizoarele color. Valorile obișnuite se înscriu în domeniul 10,4-15 inci, cu dimensiuni mai mari disponibile pentru aplicații desktop specializate.

Deoarece cele mai multe panouri LCD sunt folosite pentru PC-uri notebook, dimensiunile sunt limitate chiar de mărimea calculatoarelor. Pentru calculatoarele notebook care aproximează mărimea unor caiete, dimensiunea maximă a ecranului este de aproximativ 12,1 inci. Unii producători (în special NEC) au dezvoltat PC-uri notebook cu ecrane mai mari, dar în acest caz este obligatoriu ca și calculatoarele să fie mai mari. Se preconizează înlocuirea monitoarelor CRT cu panouri LCD mai mari pentru calculatoarele desktop. De asemenea, panourile LCD pot fi folosite pentru ecrane de perete, unii producători experimentând deja ecrane cu o lățime de 42 de inci.

Pentru aplicațiile desktop, ecranele LCD sunt, la aceleași dimensiuni, mai generoase decât monitoarele CRT. Aceasta înseamnă că imaginea utilă (și impresia vizuală) prezentată de un display LCD pare a avea dimensiunile unui ecran CRT cu un pas mai mare. Imaginea de pe un ecran LCD de 15 inci este comparabilă cu cea a unui monitor CRT de 17 inci. Figura 18.9 compară dimensiunile imaginii pe un panou LCD de 15 inci și pe un monitor CRT de 17 inci.

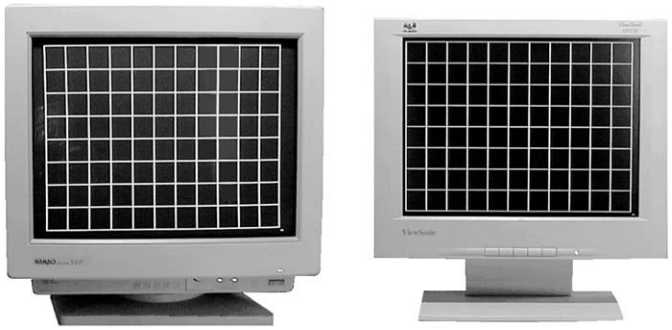


**FIGURA 18.9**
*Dimensiunile imaginii afișate de un panou LCD și de un monitor CRT.*

### Interfața

Ecranele plate sunt substanțial diferite de ecranele CRT. Cele mai multe displayuri plate au un număr fix de pixeli. Aceasta înseamnă că un panou cu rezoluția 1024x768 de pixeli are o matrice de elemente active (emițătoare de lumină) care măsoară exact 1024x768 de pixeli. Tuburile CRT nu au poziții fixe pentru pixeli; acestea afișează numărul de pixeli înglobați într-o linie de baleiere. Deși monitoarele CRT pot funcționa bine cu interfețe analogice, acest lucru nu este adevărat și în cazul displayurilor plate.

Ca să vedeți ceva pe un display plat care folosește o interfață analogică, precum conectorul standard VGA, rezoluția semnalului video trebuie să corespundă cu rezoluția displayului. Chiar și așa, corespondența poate să nu fie perfectă. Tranzițiile dintre pixeli în semnalul analogic pot să nu fie perfect aliniate la elementele de imagine ale ecranului plat. Ca rezultat, imaginea de pe ecran poate avea unele defecte, cum ar fi una sau mai multe linii verticale sau un tremurat al imaginii. Pentru rezolvarea acestor probleme, cele mai multe displayuri plate cu intrări analogice au un control al fazei, pe care îl ajustați în timpul configurării monitorului.

Posibilitățile de autodimensionare ale monitoarelor desktop LCD actuale le depășesc pe cele ale monitoarelor CRT convenționale. Deși pe un monitor LCD cu interfață analogică aveți la dispoziție aceleași elemente de control pentru poziție și pentru dimensiune ca și pe un monitor CRT convențional, configurarea automată își îndeplinește foarte bine rolul de dimensionare și poziționare a imaginii pe ecran.

Sistemele de afișare cu ecran plat funcționează cel mai bine cu interfețe digitale care adresează specific fiecare pixel. Calculatoarele notebook, cu displayuri conectate direct, funcționează foarte bine, deoarece furnizează displayurilor plate date digitale. Displayurile plate ale calculatoarelor desktop funcționează cel mai bine cu interfețe digitale, cum ar fi Digital Video Interface, sau DVI, care va fi descrisă ulterior. Dacă folosiți o conexiune digitală, nu este nevoie să faceți ajustări pentru afișarea corespunzătoare. De cele mai multe ori, ajustarea butonului de contrast este suficientă pentru obținerea unei imagini optime.

## Componentele electronice

Imaginea pe care o vedeți pe ecran este numai o parte a unui sistem de afișare complet. Semnalele video transmise de PC trebuie să fie amplificate și prelucrate de circuitele electronice ale monitorului pentru obținerea intensității și sincronizării necesare pentru afișarea corespunzătoare a imaginii pe ecran.

Componentele electronice de bază dintr-un monitor sunt amplificatoarele video. Așa cum sugerează și numele, aceste circuite amplifică semnalele de aproximativ un volt

primite de la calculator la miile de volți necesari pentru deplasarea electronilor de la catod la stratul de fosfor. Monitoarele monocrome au un singur amplificator video. Monitoarele color au trei amplificatoare video, câte unul pentru fiecare culoare primară.

Într-un monitor color analogic, cele trei amplificatoare trebuie să fie identice și absolut liniare. Aceasta înseamnă că intrarea și ieșirea fiecărui amplificator trebuie să fie perfect proporționale și să aibă același raport de amplificare ca și celelalte amplificatoare. Relația dintre aceste amplificatoare se numește urmărirea culorilor (color tracking). Dacă aceasta este variabilă, culorile afișate pe ecran vor fi altele decât intenționează programul care trimite imaginile pe ecran.

Efectul unei relații necorespunzătoare între amplificatoarele video este negativ, deoarece se pierde precizia controlului asupra culorilor. Acest lucru este foarte important pentru aplicații de publicistică și de prezentare. Dacă urmărirea culorilor nu este foarte precisă, imaginile de pe ecran nu vă mai permit previzualizarea exactă a rezultatului obținut pe hârtie sau pe film. De asemenea, puteți pierde o parte dintre culorile afișabile pe ecran.

Diferențele dintre amplificatoare fac ca una dintre cele trei culori primare să fie mai intensă în unele momente și mai puțin intensă în altele, cauzând apariția unor umbre subtile pe ecran. Acest efect este mai pronunțat la afișarea tonurilor de gri – culoarea dominantă impune o nuanță în tonurile de gri.

Deși în cazul monitoarelor monocrome nu se pune problema urmăririi culorilor, calitatea amplificatorului determină numărul tonurilor de gri care pot fi afișate. Aberațiile amplificatorului pot cauza pierderea unor porțiuni din domeniul de gri.

Relația dintre semnalele de intrare și de ieșire ale amplificatoarelor video este, de obicei, neliniară. Aceasta înseamnă că o modificare mică a semnalului de intrare poate determina o modificare a semnalului de ieșire mai mare decât ar trebui. Cu alte cuvinte, monitorul poate exagera domeniul de culoare sau de gri al semnalului de intrare, ceea ce duce la creșterea contrastului. Relația dintre semnalele de intrare și de ieșire se numește factorul *gamma* al amplificatorului. Dacă factorul gamma este egal cu unu, între semnalele de intrare și de ieșire există o corespondență exactă. Totuși, monitoarele cu factor gamma unitar tind să afișeze imagini șterse, pastelate. Cei mai mulți utilizatori preferă factori gamma mai mari, în intervalul 1,5-1,8, deoarece au ca rezultat imagini cu un contrast mai pronunțat.

## Domeniul frecvențelor de sincronizare

La un moment dat, monitoarele calculatoarelor erau fixate pe un anumit standard, la fel cum monitoarele video sunt configurate pentru semnalele video NTSC sau PAL. Totuși, pentru accesul la rezoluții mai mari, producătorii au renunțat la monitoarele cu *frecvență fixă* și au optat pentru *monitoarele cu baleiere multiplă*, care pot funcționa cu un domeniu larg de semnale. Aproape toate monitoarele pentru calculatoarele noi folosesc tehnologia de baleiere multiplă.

Datorită numărului mare de standarde pentru semnale existente în prezent, monitoarele trebuie să aibă posibilitatea să folosească un domeniu larg de frecvențe de sincronizare. Din acest punct de vedere se discută despre două frecvențe. *Frecvența de sincronizare verticală*, numită uneori rată de reîmprospătare sau frecvență de cadre, arată cât de des este actualizat un ecran complet. *Frecvența de sincronizare orizontală* (sau frecvența de baleiere orizontală) indică frecvența cu care sunt desenate liniile individuale care formează imaginea. Domeniile de frecvențe sunt importante, deoarece determină standardele video cu care poate lucra monitorul dumneavoastră.

Punctul de pornire pentru rata de baleiere a monitoarelor moderne este frecvența de 31,5 KHz, folosită de sistemul VGA. Toate monitoarele actuale trebuie să fie compatibile cu această rată de baleiere, pentru a putea fi folosite la încărcarea PC-ului. (Conform standardului DVI, prezentat ulterior, noile monitoare cu interfețe digitale pot să emuleze acest mod, deși pentru interfața DVI aspectele legate de rata de baleiere sunt irelevante.) O rată de baleiere mai mare este întotdeauna mai bună.

Cea mai mică frecvență de cadre cerută este, de obicei, frecvența de 59 Hz, folosită de unele moduri de lucru VESA, deși în prezent întâlniți rate de împrospătare atât de mici numai pentru adaptoarele de afișare vechi. Este recomandat ca orice monitor nou să accepte cele mai mari frecvențe de cadre, cum ar fi 85 Hz, ca în cazul unor standarde VESA mai noi.

Rata de baleiere, rata de reîmprospătare și rezoluția sunt corelate. Tabelul 18.3 prezintă frecvențele de baleiere ale celor mai multe sisteme de afișare pentru calculatoare.

**Tabelul 18.3** Frecvențele de baleiere precizate de standardele pentru monitoare

| *Standard* | *Rezoluție* | *Sincronizare verticală (frecvența cadrelor)* | *Sincronizare orizontală (frecvența liniilor)* |
|---|---|---|---|
| MDA | 720 x 350 | 50 Hz | 18,3 KHz |
| CGA | 640 x 200 | 60 Hz | 15,75 KHz |
| EGA | 640 x 350 | 60 Hz | 21,5 KHz |
| MCGA (Graphics) | 640 x 480 | 60 Hz | 31,5 KHz |
| MCGA (Text) | 720 x 400 | 70 Hz | 31,5 KHz |
| VGA (Graphics) | 640 x 480 | 60 Hz | 31,5 KHz |
| VGA (Text) | 720 x 400 | 70 Hz | 31,5 KHz |
| Macintosh | 640 x 480 | 67 Hz | 35,0 KHz |
| XGA-2 | 640 x 480 | 75 Hz | 39,38 KHz |
| VESA | 640 x 480 | 75 Hz | 37,5 KHz |
| Apple Portrait | 640 x 870 | 76,5 Hz | 70,19 KHz |
| VESA (indicații) | 800 x 600 | 56 Hz | 35,5 KHz |
| VESA (indicații) | 800 x 600 | 60 Hz | 37,9 KHz |
| VESA standard | 800 x 600 | 72 Hz | 48,1 KHz |
| VESA standard | 800 x 600 | 75 Hz | 46,875 KHz |
| RasterOps & | 1024 x 768 | 75,1 Hz | 60,24 KHz |
| Supermac | 1024 x 768 | 75,1 Hz | 60,24 KHz |
| VESA (indicații) | 1024 x 768 | 60 Hz | 48,3 KHz |
| VESA standard | 1024 x 768 | 70,1 Hz | 56,5 KHz |
| VESA standard | 1024 x 768 | 75 Hz, | 60 KHz |
| 8514/A | 1024 x 768 | 44 Hz* | 35,5 KHz |

| *Standard* | *Rezoluție* | *Sincronizare verticală (frecvența cadrelor)* | *Sincronizare orizontală (frecvența liniilor)* |
|---|---|---|---|
| XGA | 1024 x 768 | 44 Hz* | 35,5 KHz |
| XGA-2 | 1024 x 768 | 75,8 Hz | 61,1 KHz |
| Apple 2-page | 1152 x 870 | 75 Hz | 68,68 KHz |
| VESA standard | 1280 x 1024 | 75 Hz | 80 KHz |

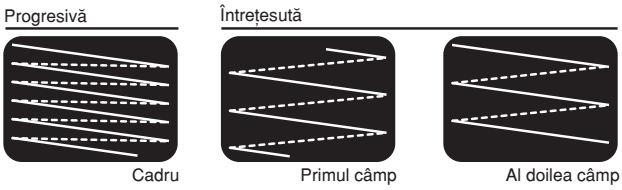
** Remarcați că sistemele moștenite 8514/A și XGA au frecvențe de cadre foarte mici, 44 MHz, deoarece folosesc întrețeserea. Pentru afișarea corespunzătoare a acestor semnale, monitorul trebuie să accepte un domeniu destul de larg de frecvențe pentru a se sincroniza cu frecvența de câmpuri a standardelor, care este de două ori mai mare decât frecvența de cadre.*

## Întrețeserea

Cel mai multe sisteme de afișare pentru calculatoare folosesc *baleierea progresivă*. Aceasta înseamnă că sistemul începe afișarea cu prima linie din partea de sus a ecranului, apoi afișează fiecare linie care urmează, una după cealaltă, până în partea de jos a ecranului. Televizoarele și sistemele video folosesc *baleierea întrețesută*. În loc să baleieze imaginea de sus în jos, linie după linie, fiecare cadru al imaginii este împărțit în două câmpuri. Un câmp este format din liniile impare, iar celălalt este format din liniile pare. Fasciculul de electroni parcurge ecranul de sus în jos, iluminând liniile din două în două, apoi începe din nou de sus și iluminează liniile peste care a sărit la prima trecere.

Această tehnică duce la dublarea aparentă a frecvenței de cadre. În loc să parcurgă ecranul de 30 de ori pe secundă (așa cum se întâmplă în cazul unui televizor obișnuit) baleierea se face de 60 de ori pe secundă. În timp ce la o frecvență de 30 de cadre pe secundă imaginea pâlpâie evident, la 60 de cadre pe secundă această pâlpâire dispare – cel puțin pentru majoritatea oamenilor, în condiții obișnuite. Totuși, unii ochi nu pot fi păcăliți, și imaginile întrețesute au căpătat o reputație proastă. Figura 18.10 compară baleierea progresivă și cea întrețesută.

**FIGURA 18.10**
*Baleierea progresivă și baleierea întrețesută.*




Întrețeserea este folosită de sistemele de afișare ale calculatoarelor pentru menținerea unei lărgimi de bandă scăzute. O frecvență de cadre mai mică micșorează cerințele privind lărgimea de bandă a canalului de transmisie. Deși baleierea întrețesută ar fi trebuit să dispară o dată cu sistemele de afișare 8514/A și prima generație XGA, aceasta mai apare uneori – de obicei pentru monitoarele ieftine care susțin că oferă rezoluții înalte. Fiți atent la monitoarele care specifică rezoluția maximă ca întrețesută.

## Lărgimea de bandă

Probabil specificația cea mai des întâlnită pentru orice tip de monitor este lărgimea de bandă, precizată de obicei în megaherți. Lărgimea de bandă a monitoarelor obișnuite se încadrează într-un domeniu foarte larg – puteți întâlni valori de la 12 la 200 MHz.

Teoretic, cu cât lărgimea de bandă este mai mare, cu atât rezoluția este mai bună și imaginea afișată este mai clară. În cazul monitoarelor color, distanța dintre puncte este

limita maximă a performanței. Totuși, într-un sistem monocrom lărgimea de bandă este un factor determinant pentru claritatea generală a imaginii. Standardele de afișare pentru PC-uri nu impun lărgimi de bandă foarte mari. Deseori lărgimile de bandă foarte mari nu sunt necesare.

Lărgimea de bandă necesară pentru un monitor este ușor de calculat. În mod obișnuit, un sistem are nevoie de o lărgime de bandă suficient de mare pentru adresarea tuturor punctelor de pe ecran, la care se adaugă un interval suplimentar pentru cursele inverse (perioadele în care fasciculul de electroni se deplasează, dar nu afișează nimic pe ecran – de exemplu atunci când se deplasează din partea de jos a ecranului, de la sfârșitul ultimei linii a unui cadru, până în partea de sus a ecranului, la începutul primei linii a cadrului următor).

Un monitor VGA color tipic afișează 288.000 de pixeli (o imagine de 729x400 de pixeli în modul de text) de 70 de ori pe secundă, adică 20,16 milioane de pixeli pe secundă. Un ecran Super VGA 800x600 de pixeli la 75 Hz trebuie să afișeze 36 de milioane de pixeli pe secundă.

Semnalele de sincronizare au și ele nevoie de o porțiune din lărgimea de bandă. Cu o margine de aproximativ 25 la sută pentru cursele inverse, se poate deduce că pentru cele mai multe aplicații pentru PC o lărgime de bandă de 16 MHz este acceptabilă pentru monitoarele TTL, iar o lărgime de bandă de 10 MHz este suficientă pentru monitoarele care folosesc semnale video complexe. În aceste valori se încadrează cele mai multe produse comerciale. Pentru monitoarele VGA, minimul necesar este 25 MHz.

Prin multiplicarea numărului de puncte afișate pe secundă cu 25% se obține o estimare destul de bună a lărgimii de bandă necesare pentru un monitor. Pentru standardele promulgate de IBM, sunt specificate și cerințele privind lărgimea de bandă necesară. Tabelul 18.4 prezintă aceste cerințe și estimările calculate în cazul altor standarde de afișare pentru PC-uri.

**Tabelul 18.4** Frecvențe de ceas și lărgimi de bandă recomandate pentru standardele video

| *Standard video* | *Frecvența de ceas* | *Lărgime de bandă recomandată* |
|---|---|---|
| MDA | 12,6 MHz | 16,3 MHz |
| CGA | 7,68 MHz | 14,3 MHz |
| EGA | 13,4 MHz | 16,3 MHz |
| PGC | 18,4 MHz | 25 MHz |
| VGA (350 sau 480 de linii) | 18,4 MHz | 25 MHz |
| VGA (400 de linii) | 20,2 MHz | 28 MHz |
| 8514/A | 34,6 MHz | 44,9 MHz |
| VESA 800x600, 75 Hz | 36 MHz | 45 MHz |
| VESA 1024x768, 75 Hz | 60 MHz | 75 MHz |
| VESA 1280x1024, 75 Hz | 100 MHz | 125 MHz |

Deși estimările de mai sus sunt calculate în funcție de frecvența de ceas necesară pentru afișarea punctelor pe ecran, relația dintre această frecvență și lărgimea de bandă nu este atât de simplă cum sugerează calculele de mai sus. Deoarece în aplicațiile reale cazul cel

mai defavorabil este afișarea unui pixel iluminat lângă un pixel întunecat, lărgimea de bandă necesară unui sistem de afișare ar trebui să fie jumătate din frecvența de ceas pentru afișarea punctelor, plus frecvența necesară pentru transmiterea informațiilor suplimentare din sistem. O pereche de pixeli alb-negru corespund exact celor două jumătăți ale unui ciclu. Lărgimea de bandă mai mare calculată pe baza frecvenței de ceas necesară pentru afișarea punctelor oferă o lărgime suplimentară de bandă care îmbunătățește claritatea imaginii – pentru definirea clară a marginilor unui pixel sunt necesare unde dreptunghiulare, care conțin componente de frecvență mare. Ca urmare, înmulțirea frecvenței de ceas necesare pentru afișarea punctelor cu informațiile suplimentare de afișare oferă o aproximare mai practică a lărgimii de bandă necesare, deși aceste calcule au o bază teoretică destul de instabilă.

## Energy Star

În comparație cu alte echipamente pe care puteți să le conectați la un calculator, monitoarele consumă o cantitate modestă de energie electrică. O imprimantă laser poate ajunge la un consum de un kilowat în timpul funcționării rezistenței de încălzire. Un PC obișnuit consumă între 100 și 200 wați. Un monitor tipic consumă cam 30 wați. Totuși, spre deosebire de rezistența de încălzire a imprimantei, monitorul rămâne permanent conectat, iar într-un birou pot fi sute de monitoare, fiecare cu propria rație de energie. Consumul fiecăruia se adună, nu doar ca energie electrică directă, ci și prin căldura degajată, care contribuie la suprasolicitarea sistemului de aer condiționat.

Pentru a impulsiona reducerea consumului de energie al echipamentelor de calcul, Agenția pentru Protecția Mediului (Environmental Protection Agency) a lansat programul Energy Star, prin care se încearcă economisirea energiei în perioadele de inactivitate ale calculatoarelor și echipamentelor periferice. Pentru monitoare, specificațiile Energy Star prevăd trecerea într-una dintre cele două stări de reducere a consumului sau oprirea completă atunci când calculatorul nu este folosit pentru o perioadă oarecare.

Monitoarele care respectă specificațiile Energy Star au patru moduri de operare: activ (on), în așteptare (standby), suspendat (suspend) și oprit (off). Monitorul este activ în timpul funcționării normale, atunci când afișează imaginile generate activ de PC. În modul așteptare, monitorul întrerupe emisia fasciculelor de electroni și nu mai alimentează o parte din circuitele electronice. Filamentul tubului CRT (partea care trebuie să se încălzească pentru a permite funcționarea tubului) este menținut fierbinte, astfel încât monitorul poate fi activat instantaneu. În modul suspendat, filamentul și cele mai multe circuite electronice ale monitorului nu mai sunt alimentate, fiind operațională numai o mică parte a circuitelor, care au rolul de a detecta semnalele trimise de calculator și de a activa monitorul atunci când este nevoie. În acest mod de operare se economisește cea mai mare parte din energia pe care ar consuma-o monitorul, dar este necesară reîncălzirea filamentului CRT înainte ca tubul să poată afișa din nou imaginea. Cu alte cuvinte, monitorul face un compromis între posibilitatea de activare rapidă și consumul de energie. În modul oprit monitorul nu mai consumă deloc energie, dar trebuie să fie repornit manual.

Pentru a permite calculatorului să controleze modurile de operare ale monitorului fără conexiuni electrice suplimentare, VESA a creat un standard de gestionare a energiei pentru monitoare (Display Power Management Standard). Acest sistem folosește cele două semnale pe care placa video le furnizează monitorului pentru a controla modul de operare al acestuia. Pentru a indica monitorului trecerea în modul așteptare, placa video

dezactivează numai semnalul de sincronizare orizontală. Pentru a indica trecerea în modul suspendat, placa video dezactivează atât semnalul video cât și semnalul de sincronizare verticală, dar menține activ semnalul de sincronizare orizontală. Pentru oprirea monitorului, toate semnalele sunt dezactivate. Tabelul 18.5 rezumă aceste moduri de operare.

**Tabelul 18.5** Rezumatul modurilor de operare VESA pentru gestionarea energiei

| *Starea monitorului* | *Semnal video* | *Sincronizare verticală* | *Sincronizare orizontală* | *DPMS* | *Timp de reluare* | *Economia de energie* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Activ (On) | Da | Da | Da | Obligatoriu | Zero | Zero |
| Așteptare (Standby) | Da | Da | Nu | Opțional | Scurt | Minimă |
| Întrerupt (Suspend) | Nu | Nu | Da | Obligatoriu | Lung | Substanțială |
| Oprit (Off) | Nu | Nu | Nu | Obligatoriu | Încălzire | Maximă |

Sistemele de operare avansate monitorizează gradul de utilizare a sistemului și trimit către monitor semnalele de trecere la o stare cu consum mai mic atunci când sistemul nu este folosit pentru o perioadă predeterminată de timp. Semnalele DPMS sunt controlate de driverul video. Rețineți că programele de protejare a ecranului împiedică sistemul DPMS să-și îndeplinească rolul, menținând sistemul activ chiar și atunci când acesta nu este folosit. Puteți să reduceți consumul de energie bazându-vă pe sistemul DPMS, nu pe programele de protejare a ecranului pentru oprirea monitorului.

Multe monitoare produse înainte de crearea standardului DPMS includ propriile moduri de reducere a consumului, inițiate de pierderea semnalului video pentru o perioadă predeterminată. Cu alte cuvinte, aceste monitoare sesizează faptul că nu este nimic afișat pe ecran și încep să aștepte. Dacă nu faceți nimic un timp de, să zicem, cinci minute, monitorul trece în modul așteptare sau suspendat, indiferent de starea semnalelor de sincronizare. Standardul DPMS este astfel proiectat încât și aceste monitoare se opresc automat (dar numai după încheierea ciclurilor de temporizare DPMS și a celor interne).

Pentru activarea sistemului DPMS sub Windows, trebuie să precizați sistemului de operare că monitorul respectă standardul Energy Star. Dacă tipul de monitor este inclus în baza de date din Windows, sistemul de operare știe dacă monitorul respectă sau nu acest standard. Puteți să validați caseta referitoare la conformitatea cu standardul Energy Star din fereastra Change Display Settings. De asemenea, trebuie să activați programul DPMS de stingere a ecranului de pe pagina Screen Saver a ferestrei Display Properties.

## Identificarea

Răspândirea monitoarelor cu mai multe frecvențe de baleiere și cu o gamă largă de posibilități face ca investiția într-un monitor să fie o sarcină foarte dificilă. Trebuie să puteți identifica nu numai posibilitățile de afișare ale monitorului, dar și pe cele ale plăcii video, apoi să asigurați cea mai bună corespondență între acestea. Dacă greșiți, nu obțineți toate posibilitățile pentru care ați plătit. Mai rău, s-ar putea să nu vedeți nimic inteligibil pe ecran. Și mai rău, există o mică probabilitate de a deteriora monitorul sau placa video.

## Codarea cablată

Problema nu este nici nouă și nici nu este generată de sistemele cu mai multe frecvențe de baleiere. O dată cu lansarea sistemului VGA, IBM a dezvoltat o metodă rudimentară prin care PC-ul putea să determine tipul monitorului conectat – limitată, desigur, la monitoarele produse de IBM. Sistemul avea posibilități limitate. Putea să determine numai dacă monitorul era monocrom sau color și dacă respecta standardul VGA sau intra în domeniul rezoluțiilor mai avansate. În momentul respectiv, IBM oferea numai patru monitoare – și acesta era domeniul care definea opțiunile disponibile.

Schema implementată de IBM folosea trei dintre conexiunile dintre monitor și placa video pentru transmiterea semnalelor de identificare a monitorului. Aceste semnale erau foarte simple – un cod binar care conecta pinul respectiv la masă sau îl lăsa neconectat. Tabelul 18.6 prezintă acest sistem de codare.

**Tabelul 18.6** Codurile folosite de IBM pentru identificarea monitoarelor

| *Tipul monitorului* | *Dimensiunea* | *Modelul IBM* | *ID 0* | *ID 1* | *ID 2* |
|---|---|---|---|---|---|
| Monocrom | 12 inci | 8503 | NC | Masă | NC |
| Color | 12 inci | 8513 | Masă | NC | NC |
| Color | 14 inci | 8512 | Masă | NC | NC |
| Rezoluție înaltă | 15 inci | 8514 | Masă | NC | Masă |

## Display Data Channel

Acest standard rudimentar nu făcea față cerințelor de identificare pentru gama largă de posibilități a monitoarelor apărute după introducerea standardului VGA. Adăugarea posibilităților Plug-and-Play la un PC impune identificarea automată a tipului de monitor conectat, astfel încât adaptorul video (și restul sistemului) să poată fi configurate corespunzător. Pentru îndeplinirea acestei cerințe, VESA a dezvoltat sistemul *Display Data Channel*, sau DDC, un sistem complicat de identificare a monitoarelor, care folosește aceleași conexiuni ca și primele sisteme IBM, dar cu semnale și posibilități îmbunătățite.

Prin canalul de date DDC, monitorul trimite către PC un mesaj de identificare extins (*Extended Display Identification* – EDID). În forma avansată, canalul DDC transferă bidirecțional datele între monitor și PC, folosind interfețele seriale $I^2C$ sau ACCESS.bus. Standardul DDC2B folosește semnalele magistralei $I^2C$, transferând bidirecțional date între monitor și placa video pe două dintre conexiunile monitorului. Standardul DDC2AB folosește o conexiune ACCESS.bus completă și un protocol care permite conectarea altor echipamente periferice (de exemplu, o tastatură) direct la monitor, nu la unitatea centrală.

Toate sistemele DDC obțin informații despre monitor în același mod. Monitorul trimite datele EDID ca un șir de biți pe linia de date a monitorului, respectiv pinul 12. În funcție de nivelul DDC acceptat de monitor, datele EDID sunt sincronizate fie cu semnalul de sincronizare verticală generat de placa video pe pinul 14 al unui conector video cu 15 pini, fie cu un semnal serial de ceas separat (SCL) pe pinul 15 în sistemele DDC2. La fiecare ciclu de ceas este transferat un bit de date. Dacă sistemul folosește ca ceas semnalul de sincronizare verticală, rata de transfer al datelor este între 60 și 85 Hz. În cazul monitoarelor compatibile DDC, placa video poate crește temporar frecvența

semnalului de sincronizare verticală până la 25 KHz pentru a accelera transmiterea datelor. Folosind semnalul de sincronizare SCL, atunci când acesta este acceptat atât de placa video cât și de monitor, sunt posibile rate de transfer de până la 100 KHz.

Datele seriale sunt transmise sub forma unor secvențe de nouă biți, câte una pentru fiecare octet. Primii opt biți codează datele, începând cu bitul cel mai semnificativ. Ultimul bit poate fi zero sau unu, în funcție de opțiunea producătorului. Singura cerință este ca al nouălea bit să aibă aceeași valoare pentru toți octeții.

Sistemul DDC trimite datele de la monitor către placa video în blocuri de 128 de octeți. Primul dintre acestea este blocul EDID. Acesta este urmat opțional de un bloc EDID extins (Extended EDID) sau de alte blocuri de informații stabilite de producător. Tabelul 18.7 prezintă structura blocului EDID de bază.

**Tabelul 18.7** Structura blocului EDID de bază

| *Octet de start* | *Lungime* | *Descriere* |
|---|---|---|
| 0 | 8 octeți | Antet |
| 8 | 10 octeți | Indentificarea produsului sau a producătorului |
| 18 | 2 octeți | EDID pentru versiune sau revizuire |
| 20 | 15 octeți | Caracteristici sau parametri de bază pentru afișare |
| 35 | 19 octeți | Sincronizări stabilite sau standard |
| 54 | 72 octeți | Patru descrieri de sincronizare (de câte 18 octeți) |
| 126 | 1 octet | Indicator de extensie |
| 127 | 1 octet | Sumă de control |

Antetul are întotdeauna aceeași valoare și servește la identificarea datelor EDID. Identificarea producătorului se face pe baza valorilor de identificare EISA. Modul de identificare a produsului este stabilit de fabricant. Aici sunt incluse anul și luna fabricării monitorului.

Parametrii de afișare transmiși prin datele EDID către sistem includ dimensiunea maximă a zonei de afișare, exprimată sub forma lățimii și înălțimii. Aplicațiile sau sistemul de operare pot folosi aceste informații pentru stabilirea automată a scalei pentru fonturile afișate pe ecran. Datele de sincronizare includ un bit reprezentând posibilitatea de suport pentru fiecare dintre diferitele standarde VESA, astfel încât sistemul să poată determina modurile de lucru și frecvențele acceptate de monitor.

Pe lângă suportul DDC de bază, specificațiile VESA definesc două niveluri superioare de standardizare. Sistemul DDC2B folosește semnalele $I^2C$ pentru transferarea bidirecțională a datelor prin interfață. Sistemul DDCAB include suportul complet pentru magistrala ACCESS.bus, care asigură o interconexiune serială lentă, potrivită pentru legarea prin monitor a unor echipamente periferice precum tastatura sau dispozitivele de indicare.

Deoarece magistralele standard de extensie nu asigură conexiuni corespunzătoare pentru livrarea semnalelor ACCESS.bus, standardul VESA definește în acest scop un conector auxiliar, respectiv un conector Berg cu cinci pini. Tabelul 18.8 prezintă alocarea semnalelor pentru acest conector.

**Tabelul 18.8** Configurația semnalelor pentru conectorul ACCESS.bus

| *Pin* | *Funcție* |
|---|---|
| 1 | Masă |
| 2 | Cheie mecanică |
| 3 | Date seriale (SDA) |
| 4 | Tensiune de alimentare ACCESS.bus (+5V) |
| 5 | Ceas pentru date (SCL) |

Monitoarele care respectă standardul DDC folosesc același conector video ca și monitoarele VGA obișnuite. Semnalele video și de sincronizare sunt localizate pe aceiași pini ai conectorului, indiferent de nivelul DDC folosit de monitor și chiar dacă acesta nu folosește canalul DDC. Singura diferență este dată de definirea semnalelor de identificare ale monitorului. Plăcile video DDC1 folosesc bitul 1 de identificare (Monitor ID Bit 1), respectiv pinul 12, pentru recepționarea informațiilor de identificare trimise de monitor. În cazul sistemelor DDC2, acest semnal este bidirecțional și pinul 15 este folosit pentru semnalul de ceas. În toate situațiile, pinul 9 poate fi folosit pentru furnizarea tensiunii de cinci volți pentru alimentarea dispozitivelor periferice conectate la monitor. Tabelul 18.9 prezintă configurația semnalelor pentru conectorul VGA de 15 pini, conform standardului DDC.

**Tabelul 18.9** Alocarea semnalelor pentru canalul de date al monitoarelor VESA

| *Pin* | *Gazdă DDC1* | *Gazdă DDC2* | *Monitor DDC1, DDC2* |
|---|---|---|---|
| 1 | Video roșu | Video roșu | Video roșu |
| 2 | Video verde | Video verde | Video verde |
| 3 | Video albastru | Video albastru | Video albastru |
| 4 | Monitor ID bit 2 | Monitor ID bit 2 | Opțional |
| 5 | Retur | Retur | Retur |
| 6 | Retur pentru video roșu | Retur pentru video roșu | Retur pentru video roșu |
| 7 | Retur pentru video verde | Retur pentru video verde | Retur pentru video verde |
| 8 | Retur pentru video albastru | Retur pentru video albastru | Retur pentru video albastru |
| 9 | +5V (Opțional) | +5V (Opțional) | +5V load (Opțional) |
| 10 | Retur pentru sincronizare | Retur pentru sincronizare | Retur pentru sincronizare |
| 11 | Monitor ID bit 0 | Monitor ID bit 0 | Opțional |
| 12 | Date de la monitor | Date bidirecționale | Date bidirecționale |
| 13 | Sincronizare orizontală | Sincronizare orizontală | Sincronizare orizontală |
| 14 | Sincronizare verticală | Sincronizare verticală | Sincronizare verticală |
| 15 | Monitor ID bit 3 | Ceas pentru date (SCL) | Ceas pentru date (SCL) |

### Configurarea manuală

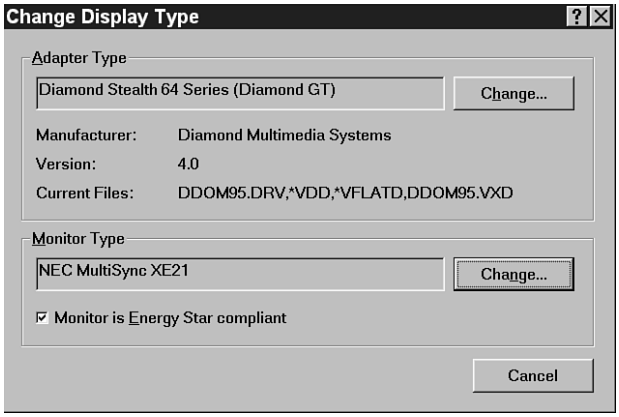
Dacă monitorul sau placa video nu acceptă nici un nivel al specificațiilor DDC, trebuie să configurați manual sistemul. În general, nu trebuie să faceți nici o configurare specială în cazul unui monitor cu mai multe frecvențe de baleiere pentru a asigura corespondența cu placa video dacă semnalele transmise de placa video se încadrează în domeniul acceptat de monitor. Acesta este marele avantaj al monitoarelor cu frecvență multiplă de baleiere – se adaptează automat la orice semnal video.

Totuși, în acest fel s-ar putea să nu obțineți cele mai bune rezultate pe care le poate oferi un monitor. Dacă stabiliți o rată de reîmprospătare prea mică vă veți obosi foarte repede ochii din cauza pâlpâirii ecranului. Mai rău, s-ar putea să depășiți posibilitățile monitorului și să obțineți un ecran negru sau o imagine neinteligibilă.

Sistemul de operare Windows include un proces propriu de configurare, care încearcă să optimizeze semnalele plăcii video în funcție de tipul monitorului. Windows știe deja ce placă video aveți – trebuie să îi spuneți acest lucru la instalarea driverelor video. Totuși, în lipsa unei conexiuni DDC, sistemul de operare nu are legătură directă cu monitorul, așa că trebuie să îi indicați manual tipul și modelul monitorului pe care îl folosiți.

Puteți să stabiliți acești parametri cu ajutorul butonului Change Display Type de pe pagina Setting a casetei de dialog Display Properties. Executați clic pe acest buton și veți vedea un ecran precum cel din Figura 18.11.

**FIGURA 18.11**
*Fereastra Change Display Type în Windows.*




## Interfețe și conectoare

Conexiunea video transferă imaginea între placa video și monitor.

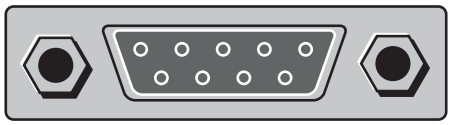
Monitoarele pot fi grupate după standardul de afișare pe care îl acceptă, cele mai multe depinzând de placa video la care se conectează monitorul. Un element de bază care vă poate ajuta să stabiliți compatibilitatea unui monitor este conectorul de intrare folosit de acesta. În definitiv, dacă nu-l puteți conecta la calculator, monitorul nici nu vă este de prea mare folos.

Puteți întâlni trei tipuri de conectoare în partea din spate a PC-urilor. Acestea sunt conectoarele moștenite, folosite de sisteme de afișare prea vechi ca să vă mai bateți capul cu ele; conectoarele analogice folosite de cele mai multe sisteme de afișare actuale; și noile interfețe digitale, care încep să apară pe piață și identifică produsele (și conexiunile) viitoare.

## Conectoarele moștenite

Primul conector video folosit pentru PC-uri a fost conectorul D cu nouă pini (D-shell), prezentat în Figura 18.12. Acesta este folosit în prezent numai de sisteme video învechite și servește numai ca avertisment pentru faptul că s-ar putea să aveți probleme la asigurarea corespondenței între sistemul video și monitor.

**FIGURA 18.12**
*Conector D cu nouă pini, folosit de sistemele video învechite.*



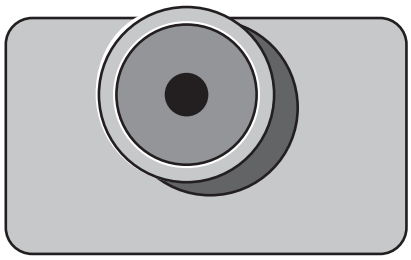
## Sisteme de conexiuni analogice

Diferitele standarde video pentru PC folosesc trei tipuri de conectoare. După nume, cele trei conectoare sunt mufa jack tip RCA, conectorul D cu 9 pini și conectorul D cu 15 pini „cu densitate mare". În plus, unele monitoare cu rezoluție înaltă folosesc pentru semnalele de intrare trei sau mai multe conectoare BNC.

### Mufe jack cu un singur pin

Mufele jack cu un singur pin folosite pentru echipamentele stereo și video sunt utilizate și de cei mai mulți producători pentru conexiunile video complexe în sistemele de afișare ale PC-urilor, deși o mulțime de monitoare și televizoare folosesc același tip de conector. Acest conector vă oferă posibilitatea de folosire a mai multor tipuri de monitoare – cel puțin dacă nu vă deranjează calitatea mai slabă.

**FIGURA 18.13**
*Mufă jack cu un singur pin folosită pentru semnale video complexe.*



Monitoarele care manipulează numai semnale video complexe și semnale color NTSC sunt disponibile pe scară largă și la prețuri mici, atât în variante monocrom, cât și color. Chiar și televizoarele de calitate mai bună dispun de asemenea conectoare, prezentate în Figura 18.13.

Deși puteți să folosiți orice display cu semnal video complex cu o placă CGA color sau compatibilă, semnalul limitează calitatea imaginii. Calitatea de afișare este bună pentru imaginile monocrome, acceptabilă pentru modurile color cu 40 de linii și neinteligibilă pentru modurile color cu 80 de linii. Cu toate acestea, un display cu semnal video complex – deja un dispozitiv cu destinații multiple – este mult mai flexibil atunci când folosește o intrare de la un calculator.

#### Legarea în cascadă

Un avantaj secundar al monitoarelor care folosesc semnale video complexe este faptul că cele mai multe au conectoare de intrare și de ieșire. Aceste perechi de conectoare vă permit să conectați în lanț mai multe monitoare la aceeași ieșire video. De exemplu, puteți să conectați șase monitoare cu semnal video complex la ieșirea calculatorului pentru prezentări într-o clasă sau o sală de ședințe.

În multe cazuri, semnalul video doar trece prin monitor (intrarea și ieșirea sunt conectate împreună). Monitorul nu face decât să transfere semnalul video, fără să îl modifice. În această situație puteți să conectați teoretic orice număr de monitoare fără nici o degradare a imaginii. Totuși, unele monitoare au la ieșire buffere cu amplificatoare video integrate. În funcție de calitatea amplificatorului, înlănțuirea mai multor monitoare de acest tip poate avea ca rezultat degradarea observabilă a imaginii.

Puteți să detectați prezența acestor amplificatoare conectând ieșirea monitorului la ieșirea calculatorului. Cele mai multe amplificatoare funcționează unidirecțional, așa că pe monitoarele echipate cu amplificatoare nu apare nici o imagine. Dacă imaginea afișată pe ecran este comparabilă cu cea afișată la conectarea normală, înseamnă că semnalul doar trece de la un conector la celălalt.

**Nivelurile de tensiuni analogice**

Specificațiile monitoarelor cu semnal video complex includ uneori un număr care descrie nivelul de tensiune al semnalului de intrare. Acest nivel de tensiune poate fi important atunci când alegeți un monitor, deoarece monitoarele de acest tip sunt dispozitive analogice.

În monitoarele analogice, nivelul de tensiune corespunde strălucirii fluxului de electroni afișat pe ecran. Valoarea nominală de un volt între nivelurile maxime (vârf la vârf) ale semnalului este mărimea standard atât în industria calculatoarelor cât și în industria video și este normală pentru orice monitor cu semnal video complex. Sistemele VGA folosesc un nivel de semnal puțin diferit – 0,7 volți.

**Terminatoarele**

Pentru asigurarea unor performanțe corespunzătoare, linia unui semnal video complex trebuie să fie terminată cu o impedanță de 75 de ohmi. Acest terminator asigură nivelul corespunzător al semnalului și împiedică apariția pe linie a aberațiilor. Cele mai multe monitoare cu semnale video complexe (în special cele cu linii de intrare și de ieșire separate) sunt echipate cu un comutator, care, atunci când este activat, conectează o rezistență de 75 de ohmi pe linia video. Dacă sunt înlănțuite mai multe monitoare, trebuie conectat un singur terminator, obligatoriu la ultimul monitor din lanț.

Dacă vă uitați la monitor în timp ce conectați terminatorul veți observa că imaginea devine mai întunecată. Cauza este faptul că rezistorul absoarbe aproximativ jumătate din semnalul video. Deoarece sunt analogice, semnalele video complexe sunt sensibile la nivelul de tensiune. Terminatorul reduce tensiunea la jumătate, ceea ce înseamnă o diminuare corespunzătoare a luminozității ecranului. Rețineți că imaginea mai întunecată este cea bună. Deși o luminozitate mai mare poate părea mai bună, poate determina supraîncărcarea circuitelor sau funcționarea eronată a monitorului.

Monitoarele cu o singură intrare video complexă și fără conector de ieșire au de obicei un terminator instalat permanent. Deși puteți încerca să conectați două sau mai multe astfel de monitoare la o singură ieșire CGA compusă (folosind un cablu Y sau un adaptor), nu este o procedură recomandată. Cu fiecare monitor conectat, imaginea devine mai întunecată (semnalul se împarte între monitoarele conectate), iar adaptorul CGA este obligat să trimită semnale de intensitate mai mare. Creșterea curentului la ieșire poate cauza defectarea adaptorului CGA.

## Conectoarele VGA

Cel mai des întâlnit conector pentru monitoarele PC este *conectorul D cu densitate mărită cu 15 pini*. Folosit inițial de IBM pentru primele monitoare VGA, acesta a fost adoptat ca standard industrial pentru toate sistemele de afișare destinate calculatoarelor, cu excepția celor de înaltă performanță.

Deoarece semnalele generate de plăcile VGA sunt total diferite de cele ale sistemelor de afișare anterioare, IBM s-a hotărât să folosească un conector diferit, astfel încât să evite o conectare greșită, ce ar putea avea consecințe dezastruoase. Deși sistemul VGA folosește numai nouă conexiuni (unsprezece, dacă se folosește un semnal de masă separat pentru

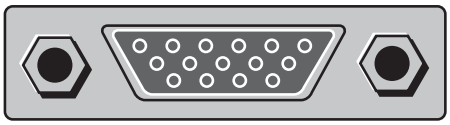


**FIGURA 18.14**
*Conector D cu densitate mărită cu 15 pini, folosit de sistemul VGA și de alte sisteme video similare.*

fiecare dintre cele trei semnale video, așa cum specifică IBM), noul conector este echipat cu 15 pini. Având cam aceeași formă și dimensiune ca și conectorul D cu nouă pini, acest conector nu era disponibil pe scară largă înainte de a fi adoptat de IBM. Figura 18.14 prezintă acest conector.

Pe lângă faptul că folosește patru semnale video (trei culori primare și sincronizare separată) și semnalele de retur ale acestora, conectorul VGA asigură și un număr de alte funcții. În modelul original, conectorul VGA permitea atât codarea tipului de monitor, cât și a numărului de linii ale semnalului video transmis de adaptorul video. Adaptarea conectorului la standardul VESA DDC redefinește câțiva pini pentru transmiterea semnalelor de date, așa cum am menționat anterior. Tabelul 18.10 prezintă configurația semnalelor pentru conectorul VGA și Super VGA.

**Tabelul 18.10** Organizarea semnalelor pentru conectoarele VGA și Super VGA

| *Pin* | *Funcție* |
|---|---|
| 1 | Video roșu |
| 2 | Video verde |
| 3 | Video albastru |
| 4 | Rezervat |
| 5 | Masă |
| 6 | Retur pentru video roșu (masă) |
| 7 | Retur pentru video verde (masă) |
| 8 | Retur pentru video albastru (masă) |
| 9 | Semnal de sincronizare complex |
| 10 | Retur pentru semnalul de sincronizare (masă) |
| 11 | Canal de date al monitorului (Display Data Channel) VESA |
| 12 | Rezervat |
| 13 | Sincronizare orizontală |
| 14 | Sincronizare verticală |
| 15 | Canal de date al monitorului (Display Data Channel) VESA |

Același conector, dar uneori cu alte semnale, este folosit de monitoarele 8514 și 8515, precum și de adaptoarele video 8514/A și XGA ale firmei IBM. Și în aceste cazuri semnalele codează unele informații pentru evitarea problemelor de compatibilitate. Adaptoarele 8514/A și XGA pot sesiza tipul monitorului conectat și nu trimit semnale generatoare de conflicte. Monitoarele 8514 și 8515 operează normal cu semnalele VGA, așa că nu apar probleme în urma conectării acestora la o ieșire VGA obișnuită.

Avantajul conectorului cu 15 pini este comoditatea. Un singur cablu face totul. Pe de altă parte, conectorul nu este organizat pentru operarea corespunzătoare la viteze mari,

limitând performanțele la frecvențe înalte, ceea ce în termeni video înseamnă claritatea imaginii la rezoluții mari și rate de reîmprospătare ridicate. Ca urmare, sistemele cu rezoluții foarte mari înlocuiesc conectorul cu 15 pini cu conectoare BNC separate pentru fiecare canal video.

## Conectoarele BNC

Sistemele cu rezoluție foarte mare folosesc un cablu coaxial separat pentru fiecare semnal pe care îl primesc. De obicei, cablurile sunt atașate la monitor cu conectoare BNC, dintr-un motiv foarte bun. Conectoarele diferă prin posibilitățile de manipulare a frecvențelor și capacitatea creată de un conector standard cu 15 pini poate limita lărgimea de bandă, în special atunci când frecvența semnalelor ajunge în domenii peste 30 MHz. Conectoarele BNC sunt proiectate pentru frecvențe în domeniul gigaherților, așa că impun puține limite pentru semnalele video obișnuite.

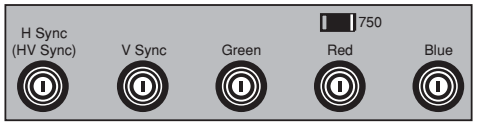



**FIGURA 18.15**
*Un monitor cu cinci conectoare BNC pentru semnalele de intrare.*

Monitoarele pot folosi trei, patru sau cinci conectoare BNC. Figura 18.15 prezintă o matrice de cinci conectoare BNC montate în partea din spate a unui monitor.

Sistemele cu trei conectoare transmit semnalele de sincronizare orizontală și verticală împreună cu semnalul pentru culoarea verde. Combinația rezultată se numește sincronizare pe verde (sync-on-green). Alte sisteme folosesc trei conectoare pentru culorile roșu, verde și albastru și încă un conector pentru semnalele de sincronizare verticală și orizontală combinate. Semnalul rezultat se numește semnal de sincronizare complex. Sistemele cu cinci conectoare folosesc câte un conector pentru cele trei semnale de culoare și câte unul pentru semnalele de sincronizare. Acestea se numesc sisteme cu sincronizare separată.

## Enhanced Video Connector (conector video îmbunătățit)

VESA a abordat problema lărgimii de bandă insuficiente prin crearea *conectorului video îmbunătățit (Enhanced Video Connector)*. Pe lângă furnizarea unei căi pentru semnale digitale și *analogice* cu lărgime de bandă mare, conectorul EVC oferă și posibilități de identificare a monitoarelor, precum și suficiente semnale suplimentare pentru cuplarea unor sisteme multimedia complete printr-un singur conector. Standardul EVC final asigură patru semnale video de bandă largă, împreună cu alte 30 de conexiuni de date într-un conector nu cu mult mai mare decât conectorul VGA actual.

Spre deosebire de alte standarde, conectorul EVC nu a fost proiectat în vederea includerii unor noi tipuri de semnale. Acesta este un mijloc de integrare a standardelor de interconectare existente. Conectorul EVC permite gruparea pe un singur cablu a aproape tuturor generațiilor noi de conexiuni de mare viteză pentru calculatoare. Ideea este că puteți să puneți calculatorul pe podea, să realizați conexiunea EVC cu monitorul și apoi să conectați toate accesoriile de pe birou – tastatură, mouse, imprimantă – la monitor. Magia EVC face să dispară toate cablurile către un PC aflat la distanță.

Pe lângă semnalele video RGB și sincronizarea complexă, standardul EVC include rezerve pentru semnale video complexe și S-video, precum și standarde video internaționale (PAL și SECAM) în sisteme care acceptă canalul DDC pentru identificarea monitorului și negociere. De asemenea, sunt asigurate conexiuni pentru semnale analogice audio (atât intrări, cât și ieșiri). Pentru conectarea echipamentelor periferice suplimentare, standardul EVC include și semnalele interfețelor seriale de mare viteză

USB (Universal Serial Bus) și IEEE 1394 („FireWire"). În plus, sunt asigurate conexiuni de alimentare cu curent continuu pentru încărcarea calculatoarelor notebook.

Elementul central al modelului EVC este sistemul de conectare Molex *MicroCross*, care folosește pentru conexiunile video patru pini separați de o ecranare sub formă de cruce. Conectorul folosește patru cabluri coaxiale și permite lărgimi de bandă de 500 MHz. Semnalele suplimentare de date sunt transmise prin alte 30 de contacte, aranjate într-o matrice 3x10. Figura 18.16 prezintă configurația pinilor pentru conectorul EVC.

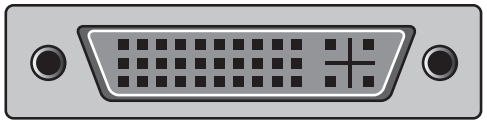


**FIGURA 18.16**
*Conectorul video îmbunătățit (Enhanced Video Connector) VESA.*

Deși nu este un conector coaxial adevărat, modelul EVC îmbunătățește impedanța relativă (5 procente față de valoarea nominală de 75 ohmi) și asigură o ecranare cu o eficiență de 98 la sută. Lărgimea de bandă a conexiunii este de aproximativ 2 GHz.

Nu este obligatoriu ca orice conector EVC să includă toate semnalele specificate de standard. Proiectanții sunt liberi să aleagă semnalele pe care doresc să le includă. VESA recomandă producătorilor să adopte unul dintre cele trei niveluri de suport pentru setul de semnale ale conectorului EVC. Aceste niveluri sunt Basic (de bază), Multimedia și Full (complet).

Setul de semnale de bază (Basic) este nivelul minim de suport pentru dispozitivele care folosesc conectorul EVC. Acest nivel include numai liniile de semnal video și pentru canalul DDC. La nivelul de bază, conectorul EVC funcționează ca un conector video standard, la fel ca actualul conector VGA, dar cu lărgime de bandă mult îmbunătățită. Conexiunea DDC permite monitorului și sistemului gazdă să negocieze folosirea unor semnale de rezoluție mai înaltă. VESA recomandă includerea setului de semnale de bază în orice subset de semnale EVC ales de producător.

Nivelul multimedia adaugă la setul de semnale de bază semnalele audio, ceea ce permite transmiterea pe un singur cablu a informațiilor audio și video către un monitor corespunzător. VESA prevede suplimentarea setului Multimedia cu semnalele USB.

Configurația completă include toate semnalele specificate de standardul EVC.

Acceptarea standardului EVC nu a fost nici instantanee, nici copleșitoare. Totuși, prin adoptarea conectorului de tip EVC pentru sistemele de conectare digitală – și, în special, DVI – va crește importanța standardului EVC, ca sistem de conectare analogic de mare performanță – probabil cântecul de lebădă al tehnologiei de conectare analogică.

## Sisteme de conectare digitală

Pentru sistemele de afișare cu ecran plat este evidentă necesitatea folosirii unor interfețe de afișare digitală de mare performanță. Panourile cu interfață analogică funcționează, dar aceasta este doar o soluție temporară.

Printre alte probleme ale monitoarelor cu interfață analogică, atât de răspândită în prezent, lărgimea de bandă limitată este o piedică pentru obținerea unor imagini cu rezoluție înaltă. Conectorul VGA, predominant astăzi, are o lărgime de bandă de aproximativ 150 MHz, ceea ce deja limitează calitatea unor sisteme de afișare. Conectoarele video cu frecvență înaltă (în special BNC) necesită un cablu separat pentru fiecare semnal video și nu asigură rezerve pentru funcții auxiliare, cum ar fi identificarea monitorului.

Totuși, adoptarea unui singur standard a fost problematică pentru industria de profil. În ultimii ani, diferite grupuri au pus la punct cel puțin trei specificații, toate promovate ca „standarde". În ciuda luptelor dintre susținătorii fiecărei tabere, cele trei specificații nu sunt divergente, ci reprezintă etapele evolutive a ceea ce probabil va fi standardul dominant al viitorului, *interfața video digitală* (Digital Video Interface), sau DVI.

## Plug and Display

Prima încercare de realizare a unui sistem de conectare video digital a fost numită de VESA *Plug and Display*, o aluzie inteligentă la sistemul Plug-and-Play. Prezentat în iunie 1997, noul model adăuga semnale digitale la un conector EVA și folosea un sistem complex de codare pentru asigurarea conexiunilor corespunzătoare.

Elementul cheie care asigură funcționarea sistemului Plug and Display este tehnologia *PanelLink*, dezvoltată de Silicon Image, Inc. O conexiune serială de mare viteză, în întregime digitală, combină inovații electrice și logice pentru obținerea unei lărgimi de bandă de peste 150 MB/sec, cu fiabilitate mare.

Tehnologia care stă la baza sistemului PanelLink este numită *semnalizare diferențială cu reducerea tranzițiilor (transition minimized differential signaling)*, sau TMDS. Aceasta funcționează pe două niveluri. Mai întâi este efectuată o codare pe grupuri. Fluxul serial de date este transformat într-un nou model de biți, folosind 10 biți pentru codarea fiecărui octet, dar utilizând numai modelele de biți care reduc la minim tranzițiile dintre unu și zero logic. Fiecare dintre cele trei semnale pentru culorile primare este codat separat.

Fluxul de biți rezultat este transmis printr-un sistem simetric pe două fire. În plus, modelele de biți ale codului original sunt astfel alese încât să echilibreze intervalele în care semnalul are valoarea unu sau valoarea zero, ceea ce face ca semnalul diferențial să fie zero. Această tehnică reduce interferențele și cuplajele, ceea ce face ca semnalul să fie mai fiabil și mai ușor de controlat.

VESA a adăugat semnalele Plug and Display la conectorul EVC (Enhanced Video Connector), folosind forma marginii de ecranare ca să codeze tipul semnalului, astfel încât conectorul nu permite cuplarea necorespunzătoare a monitorului la un adaptor de grafică. Figura 18.17 ilustrează acest sistem de codare.

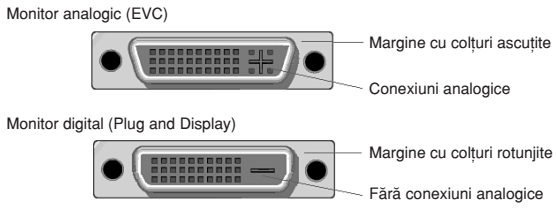



**FIGURA 18.17**
*Codarea conectoarelor Plug and Display.*

Din 1997 până la începutul anului 1999, conectorul Plug and Display era deseori întâlnit pentru panourile LCD digitale desktop. Dintre producătorii de calculatoare, principalul susținător al standardului a fost IBM. Conexiunea DVI, asemănătoare, va înlocui probabil conectorul Plug and Display, transformându-l într-o notă de subsol în istoria dezvoltării conectoarelor.

## Portul pentru panouri digitale

Sistemul de conectare Plug and Display nu a fost universal acceptat. Unii producători de calculatoare, monitoare și adaptoare de grafică l-au considerat prea complex și prea mare. În speță, montarea pe aceeași bridă de prindere a unui conector Plug and Display și a unui conector VGA convențional (din motive de compatibilitate) nu era practică.

Pentru a pune la punct o altă soluție, un grup de 14 companii – toate membre ale organizației VESA – au fondat Grupul pentru panouri digitale (Digital Flat Panel Group).

Rezultatul eforturilor acestui grup a fost un alt standard de conectare pentru sistemele de afișare digitale, similar din punct de vedere electric cu conectorul Plug and Display, dar incompatibil fizic, deoarece a fost ales un conector mai mic. Versiunea curentă (și finală), numită port pentru panouri digitale (Digital Flat Panel port) a fost publicată pe 4 mai 1998. Tabelul 18.11 prezintă alocarea semnalelor pentru conectoarele care respectă acest standard.

**Tabelul 18.11** Alocarea semnalelor pentru conectoarele sistemelor de afișare digitale cu ecran plat (Digital Flat Panel Display)

| *Pin* | *Mnemonică* | *Funcție* |
|---|---|---|
| 1 | TX1+ | Ieșire diferențială pozitivă pentru canalul 1 TMDS |
| 2 | TX1- | Ieșire diferențială negativă pentru canalul 1 TMDS |
| 3 | SHLD1 | Ecranare pentru canalul 1 |
| 4 | SHLDC | Ecranare pentru ceas |
| 5 | TXC+ | Ieșire diferențială pozitivă pentru ceasul de referință |
| 6 | TXC- | Ieșire diferențială negativă pentru ceasul de referință |
| 7 | GND | Masă logică |
| 8 | +5V | Alimentare +5V CC |
| 9 | Reserved 9 | Rezervat |
| 10 | Reserved 10 | Rezervat |
| 11 | TX2+ | Ieșire diferențială pozitivă pentru canalul 2 |
| 12 | TX2- | Ieșire diferențială negativă pentru canalul 2 |
| 13 | SHLD2 | Ecranare pentru canalul 2 |
| 14 | SHLD0 | Ecranare pentru canalul 0 |
| 15 | TX0+ | Ieșire diferențială pozitivă pentru canalul 0 |
| 16 | TX0- | Ieșire diferențială negativă pentru canalul 0 |
| 17 | Reserved 17 | Rezervat |
| 18 | HPD | Detectarea conectării la cald |
| 19 | DDC_DAT | Date DDC2B |
| 20 | DDC_CLK | Ceas DDC2B |

Ca și conectorul Plug and Display, sistemul DFP folosește semnalele TMDS. Spre deosebire de conectorul Plug and Display, portul DFP nu include semnale analogice, nici măcar opțional. Această soluție permite folosirea unui conector de tip panglică miniaturizat, cu 20 de pini, precum cel din Figura 18.18.

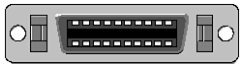


**FIGURA 18.18**
*Conectorul portului DFP (Digital Flat Panel).*

Beneficiind de un sprijin puternic din partea industriei de profil, datorită adoptării de către Compaq Computer Corporation, membru al grupului DFP, conectorul DFP a fost preferat pentru multe produse comerciale. Totuși, înainte de a se răspândi pe scară largă, a fost depășit de un alt model, care probabil va domina industria sistemelor de afișare cu ecran plat: interfața video digitală (Digital Video Interface).

## Interfața video digitală

Pentru producătorii de monitoare și de adaptoare de grafică, coexistența a două standarde și a două conectoare pentru același scop și pentru aceleași produse nu reprezenta un avantaj. Producătorii de plăci, de exemplu, erau obligați fie să aleagă una dintre tabere și să își reducă piața potențială, fie să dezvolte două produse pentru cele două standarde concurente. Deși mulți au sesizat neajunsurile existenței a două standarde aflate în competiție, a fost nevoie de influența firmei Intel pentru rezolvarea problemei.

La sfârșitul anului 1998, Intel a convocat „suspecții" obișnuiți pentru dezvoltarea unui alt standard de afișare digitală. Rezultatul s-a numit Digital Display Working Group, cuprinzând inițial reprezentanți ai ambelor tabere, Plug and Display și DFPP – Intel, Compaq, Fujitsu, Hewlett-Packard, IBM, NEC și Silicon Image.

Grupul de lucru a luat părțile cele mai bune din cele două standarde anterioare, dezvoltând *interfața video digitală* (Digital Video Interface), ca un fel de conector suprem pentru monitoare. Standardul a fost adoptat și publicat de VESA pe 2 aprilie 1999, sub numele DVI version 1.0. Primul produs care folosește această interfață, adaptorul de grafică SR9, a fost prezentat de Number Nine Visual Technology, pe 19 mai 1999.

Interfața DVI păstrează modelul de conector și o parte dintre semnalele de date ale conectorului Plug and Display, dar elimină portul USB integrat. Deși standardul DVI nu interzice folosirea portului USB pentru monitoare, semnalele USB trebuie să folosească o conexiune separată.

Deși folosește aceleași semnale TMDS ca și sistemele Plug and Display și DFPP, interfața DVI dublează lărgimea de bandă a acestor semnale, prin folosirea a două semnale. Ambele semnale sunt sincronizate folosind un singur semnal de ceas furnizat de interfață, așa că semnalele sunt automat sincronizate între ele. Fiecare culoare are două semnale, care sunt intercalate astfel încât datele sunt împărțite între cele două canale, creând, în esență, o conexiune paralelă. Sistemele de afișare pot folosi un canal sau două, dar specificațiile DVI trasează o linie clară de demarcație între cele două sisteme. Semnalele care au nevoie de o lărgime de bandă mai mică de 165 MHz trebuie să folosească sistemul cu un singur canal. Semnalele care au nevoie de lărgime de bandă mai mare trebuie să folosească două canale.

Cele trei căi de semnal ale interfeței DVI nu sunt denumite după culori, deși corespund datelor pentru culorile roșu, verde și albastru. De fapt, fiecare cale de semnal este formată din trei canale intercalate de date. Calea de semnal folosită pentru albastru, de exemplu, transportă un semnal de sincronizare orizontală și un semnal de sincronizare verticală. Cele două canale din celelalte două căi de semnal sunt rezervate și nu au funcții alocate.

Semnalele video analogice sunt o parte opțională a interfeței DVI. Prezența semnalelor analogice nu este identificată prin forma conectorului, ci prin pinul în formă de cruce. Același conector poate fi folosit numai pentru semnale analogice sau numai pentru semnale digitale.

Semnalele analogice, atunci când sunt prezente, sunt localizate în jurul pinului în formă de cruce al conectorului. Tabelul 18.12 prezintă alocarea semnalelor pentru conectorul DVI.

**Tabelul 18.12** Alocarea semnalelor pentru conectorul DVI

| *Pin* | *Funcție* | *Pin* | *Funcție* | *Pin* | *Funcție* |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | TMDS Data2 - | 9 | TMDS Data1- | 17 | TMDS Data0- |
| 2 | TMDS Data2 + | 10 | TMDS Data1 + | 18 | TMDS Data0 + |
| 3 | TMDS Ecranare Data2/4 | 11 | TMDS Ecranare Data1/3 | 19 | TMDS Ecranare Data0/5 |
| 4 | TMDS Data4 - | 12 | TMDS Data3 - | 20 | TMDS Data5 - |
| 5 | TMDS Data4 + | 13 | TMDA Data3 + | 21 | TMDS Data5 + |
| 6 | DDC Ceas | 14 | +5 V Alimentare | 22 | TMDS Ecranare ceas |
| 7 | DDC Data | 15 | Masă | 23 | TMDS Ceas + |
| 8 | Analog Video Sync | 16 | Hot Plug Detect | 24 | TMDS Ceas - |
| C1 | Roșu analogic | C2 | Verde analogic | C3 | Albastru analogic |
| C4 | Sincronizare orizontală analogică | C5 | Masă analogică | | |

# Capitolul 19
# Sistemul audio

*Gama de sunete care pot fi produse de calculatoarele personale variază de la bipurile și cârâiturile micului difuzor intern până la muzica de foarte bună calitate care poate fi ascultată cu ajutorul celor mai bune compact-discuri stereo din zilele noastre. PC-urile pot genera, prelucra, înregistra și reda sunete de toate tipurile și pot controla chiar alte generatoare de sunet, cum sunt sintetizatoarele muzicale. Capacitatea de a prelucra sunete de calitate ridicată deosebește PC-urile multimedia de sistemele obișnuite, limitate la componenta video.*

Cele mai importante caracteristici audio ale unui PC modern

| *Caracteristică* | *Avantaj* |
|---|---|
| Sistemul acustic de bază | Permite PC-ului dumneavoastră să emită sunete. |
| Placa de sunet | Dă PC-ului dumneavoastră capacitatea de capturare și reproducere a sunetelor și muzicii. Poate fi integrată pe placa de bază. |
| Microfonul | Capturează sunete în direct. Poate fi folosit pentru a înregistra muzică, pentru a face adnotări vocale sau pentru a vă transforma PC-ul într-un speaker de telefon. |
| Difuzoarele | Oferă PC-ului dumneavoastră „o voce“, astfel încât să puteți auzi – sau simți – sunetele și efectele generate de programe. |
| Unitatea de CD | Permite PC-ului dumneavoastră să redea discuri pre-înregistrate (și, desigur, memorează fișiere de date). O unitate de CD-R[1] vă permite să înregistrați CD-uri pentru sistemul stereo. |
| Sintetizatorul | Este o caracteristică a plăcii de sunet care permite PC-ului dumneavoastră să creeze sunete muzicale noi. |
| MIDI[2] | Vă permite să controlați instrumente muzicale electronice externe cu ajutorul PC-ului. |
| MP3 | Formatul standard de fișier pentru sunete comprimate care vă permite să vă transformați PC-ul într-un tonomat. |

Majoritatea oamenilor folosesc în relația cu calculatoarele personale numai patru dintre cele cinci simțuri: pipăitul, mirosul, auzul și văzul. Nu se poate afirma că PC-urile sunt lipsite de gust – deși se poate spune acest lucru despre tot mai multe produse software – dar nu există prea mulți utilizatori care să lingă carcasele calculatoarelor. Atingerea este inevitabilă în operațiile de scriere la tastatură și de deplasare a unui cursor de mouse sau

1 CD-R – acronim pentru compact-disc recordable (compact disc înregistrabil). Tip de CD-ROM pe care se poate scrie cu ajutorul unui înregistrator de compact-discuri și care poate fi citit într-o unitate normală de CD-ROM. (n. trad.)

2 MIDI – acronim pentru Musical Instrument Digital Interface. Standard de interfață serială care permite conectarea la calculatoare a sintetizatoarelor de muzică și a instrumentelor muzicale. (n. trad.)

de digitizor. Mirosul este folosit mai puțin – este ceea ce simțiți când deschideți cutia în care se găsește noul dumneavoastră calculator sau când ventilatorul sursei de alimentare se blochează, temperatura internă crește, iar siguranțele și celelalte componente inflamabile încep să miroasă a ars.

Cele mai multe interacțiuni cu PC-urile sunt vizuale: ceea ce vedeți pe ecranul monitorului și pe tastatură (în cazul în care nu sunteți o dactilografă perfectă). Datorită imaginilor grafice cu rezoluție ridicată, componenta video este considerată ca fiind cea mai importantă parte a oricărui PC – sau cel puțin cea mai scumpă.

Însă pentru a vă testa cu adevărat PC-ul, aveți nevoie de încă o dimensiune senzorială – sunetul. De fapt, componenta audio este cea care deosebește un PC obișnuit de o mașină multimedia adevărată. Cea mai mare parte dintre calculatoarele personale sunt limitate în principal la interacțiunea vizuală. Incluzând dispozitive audio performante, un PC multimedia extinde posibilitățile de interacțiune ale calculatorului respectiv cu exteriorul. Sistemul multimedia poate genera independent sunete, acționând ca un sintetizator de muzică sau ca o sursă de semnale sonore, și poate controla dispozitive externe care efectuează exact aceleași operații prin intermediul unei interfețe MIDI. Poate înregistra sau eșantiona sunete pe orice tip standard de suport magnetic pentru calculatoare (în prezent, cele mai preferate medii sunt discurile hard) cu o acuratețe acustică la fel de bună (și chiar mai bună în unele cazuri) decât compact-discurile stereo comerciale. Toate sunetele create și memorate pe PC-uri pot fi editate și prelucrate: tonurile pot fi reduse, vocile schimbate, zgomotele combinate, iar cântecele mixate. Un astfel de calculator poate reproduce orice tip de sunet și îl poate înregistra cu aceeași fidelitate, atingând chiar performanțele celor mai bune sisteme stereo.

Apariția tehnologiei multimedia a impus ca în configurația celor mai multe PC-uri casnice (home computer) să existe obligatoriu difuzoare externe (sau montate în monitoare) de calitate ridicată. Din nefericire, capacitatea inițială a celor mai multe calculatoare personale comerciale se reduce la un cârâit de difuzor care face ca vocea de soprană a lui Mickey Mouse să sune ca un cor religios. Micuțul difuzor este moștenit de la primele PC-uri, ai căror proiectanți nu au considerat necesar să dezvolte componenta audio. Pe vremea aceea, trebuia redus cât mai mult zgomotul scos de mașinile de calcul. Deoarece singurele elemente importante luate în considerare au fost semnalele sonore de avertizare, acestea au rămas unicele elemente audio de bază prevăzute pentru un PC. Componenta video a evoluat ceva mai bine: ecranele de text au sugerat încă de atunci atingerea potențialului grafic de astăzi al unui PC.

Din fericire, orice omisiune făcută în sistemul audio de către fabricantul PC-ului dumneavoastră poate fi corectată prin adăugarea de difuzoare externe și, dacă este cazul, a unei plăci de sunet (sound board). Constituind un element de bază pentru un PC multimedia și fiind inclusă în cele mai multe sisteme casnice, placa de sunet dă calculatorului dumneavoastră capacitatea de a sintetiza și de a captura o mare varietate de sunete, de a le reda și de a controla dispozitivele externe.

# Elemente de bază

Sunetul este un fenomen fizic și este înțeles cel mai bine ca fiind o variație rapidă a presiunii aerului. Un obiect fizic în mișcare forțează automat deplasarea aerului, deoarece este evident că aerul și obiectul respectiv nu pot ocupa același loc în același timp. Aerul este împins din locul către care se deplasează obiectul și ocupă spațiul liber în care s-a aflat obiectul. Desigur, aerul în mișcare trebuie să vină de undeva. În cazul ideal, aerul împins

din calea obiectului ar trebui să se retragă chiar în spațiul eliberat de obiect. Din nefericire, aerul, ca orice entitate fizică, nu se poate deplasa instantaneu dintr-un loc în altul. Viteza cu care se mișcă aerul depinde de densitatea acestuia; cu cât presiunea este mai mare, cu atât este mai mare forța de împingere. Mai mult, prin deplasare obiectul creează în fața sa o zonă de presiune ridicată – acolo unde aerul dorește să elibereze drumul – iar în spatele său o zonă de presiune joasă. Aerul este prost informat – sau are cunoștințe reduse, dacă doriți să folosim limbajul politic din zilele noastre. Zona de presiune ridicată nu are de unde să știe că în spatele obiectului există o zonă de aceeași dimensiune, unde presiunea este scăzută, astfel că presiunea ridicată împinge aerul în toate direcțiile. După această acțiune, aerul se împrăștie și presiunea scade.

Simpla mutare a unui obiect creează un curent de aer. Sunetul apare atunci când obiectul este deplasat cu viteză mare, într-o mișcare oscilantă. La deplasarea obiectului într-un sens, acesta creează un curent de aer de presiune ridicată care se mișcă în sens invers. Când obiectul revine în poziția inițială, apare un impuls corespondent de presiune joasă care urmează presiunea ridicată. În timpul oscilării obiectului, aceste fronturi de presiune ridicată și scăzută formează un tren stabil de unde care se îndepărtează de obiect.

Din acest exemplu simplu ar trebui să fie înțelese destul de clar principiile de bază ale sunetului. Sunetul are nevoie de un mediu de transmisie. Viteza sunetului nu depinde de obiectul deplasat, ci de densitatea aerului (sau a mediului de trasmisie). Cu cât densitatea este mai mare, cu atât este mai mare viteza sunetului. Intensitatea sunetului scade o dată cu distanța, pe măsură ce tot mai mult aer intervine în ciclurile de compresie-decompresie. În mod normal, această micșorare a vitezei ar trebui să respecte legea de descreștere a intensității câmpului cu pătratul distanței, deoarece sunetul care se deplasează într-o singură dimensiune trebuie să se propage în două dimensiuni. Totuși, rata diminuării poate fi redusă prin blocarea sau direcționarea canalului de aer.

Corpurile omenești posedă un mecanism numit ureche care detectează variațiile de presiune sau undele sonore. Urechea este în primul rând un dispozitiv mecanic, un convertizor reglat să reacționeze la variațiile de presiune care creează ceea ce noi numim sunet.

Transpunerea semnalelor digitale în lumea undelor sonore este o cerință pe care PC-urile o satisfac prin mai multe metode. Pentru a putea lucra cu sunetele, calculatorul personal are nevoie de o formă convenabilă a acestora. Din fericire, în electronică sunetul are o formă corespondentă, denumită *componentă audio analogică*, care folosește semnale electrice pentru a reprezenta intensitatea undelor acustice. PC-urile transformă aceste semnale electrice în *componente audio digitale*, care sunt compatibile cu microprocesoarele, cu alte circuite digitale și cu sistemele acustice. Desigur, calculatorul personal nu este limitat la prelucrarea unor sunete provenite din surse externe; el poate genera propriile semnale digitale printr-un proces denumit *sinteză*. Pentru a reface sunetele inițiale din aceste semnale digitale, PC-ul dumneavoastră folosește circuite audio proprii sau o *placă de sunet (sound board)*, care include atât un convertor digital-analogic, cât și un amplificator (placa de sunet conține și un fel de sintetizator). În etapa finală, semnalele astfel convertite ajung în *difuzoarele externe*, care le transformă în unde acustice.

## Componenta audio analogică

Privit ca senzație umană, sunetul este un fenomen analogic. Are două caracteristici de bază – intensitatea (sau amplitudinea) și frecvența – care variază într-un domeniu foarte mare de valori. Sunetele pot fi slabe, puternice sau pot fi situate între aceste limite. Frecvențele pot avea orice valoare, de la cele joase la cele înalte.

## Frecvența

Frecvența sunetului se măsoară în *hertzi*, la fel ca frecvențele ceasurilor calculatoarelor sau cele ale semnalelor radio. Gama de frecvențe care pot fi recepționate de corpul uman depinde de vârstă și sex. Urechile tinerilor și femeilor acceptă în general game mai largi de frecvențe decât cele ale bătrânilor și bărbaților. Majoritatea lucrărilor de specialitate prezintă domeniul de frecvențe care pot fi recepționate de om ca fiind de la 20 de hertzi la 15.000 de hertzi (sau chiar 20.000 de hertzi, dacă urechile dumneavoastră sunt foarte bune).

Frecvențele joase corespund notelor de bas din muzică și bufniturilor surde ale exploziilor folosite ca efecte artistice speciale. Frecvențele înalte sunt asociate cu „falsetele", cu sunetele ridicate, chiar stridente care compun tonurile superioare din muzică – claritatea instrumentelor cu coarde, clinchetul zurgălăilor –, dar și cu sunetele șuierate din vorbire, cu vuietul cascadelor și, în general, cu zgomotele din fundal.

Frecvențele joase au lungimi de undă mari, de ordinul a trei metri pentru notele de bas mijlocii. Lungimile de undă mari permit frecvențelor joase să ocolească ușor obiectele și să „umple" o cameră plecând de la un singur difuzor. Mai mult decât atât, auzul uman nu este sensibil direcțional la frecvențele joase. O sursă de frecvență joasă nu poate fi localizată prea ușor. Proiectanții de dispozitive acustice folosesc din plin această caracteristică în construcția difuzoarelor de frecvențe joase. De exemplu, datorită faptului că dumneavoastră nu puteți localiza sursele individuale de frecvențe joase, chiar și în sistemele acustice stereo și pe mai multe canale este suficient un singur difuzor pentru frecvențe foarte joase, denumit *subwoofer*.

Frecvențele înalte au lungimi de undă mici, măsurate în inci sau centimetri. Ele pot fi blocate sau reflectate cu multă ușurință chiar și de obiecte mici. Auzul omului este foarte sensibil la dispunerea surselor de frecvențe înalte.

## Amplitudinea

Amplitudinea descrie intensitatea sau puterea sunetului. Amplitudinea sunetului care se deplasează prin aer este denumită uzual *nivelul de presiune sonoră* (*sound pressure level* sau SPL). Pragul auzului uman este de aproximativ 0,0002 microbari, ceea ce înseamnă o diferență de presiune de 1/5.000.000.000 din presiunea atmosferică normală. Cu alte cuvinte, urechea este un detector foarte sensibil la variațiile de presiune. Dacă ați avea auzul și mai performant decât atât, ați putea auzi clinchetul a două particule de praf care se lovesc aflându-se în mișcare browniană.

În sistemele audio, semnalele electrice țin locul undelor sonore. Aceste semnale păstrează frecvențele caracteristice ale sunetelor originale, iar amplitudinea lor corespunde variațiilor intensității electrice. În mod obișnuit, într-un sistem audio *voltajul* reprezintă amplitudinea presiunii undelor sonore inițiale.

## Decibelii

Unul din termenii cei mai folosiți de ingineri în măsurarea nivelului de intensitate sonoră este *decibelul*. Cu toate că unitatea de bază folosită este *belul*, denumită astfel după Alexander Graham Bell, inventatorul aripii portante (și, desigur, al telefonului), inginerii au constatat că este mult mai ușor să se lucreze cu a zecea parte din această unitate.

Decibelul nu reprezintă o unitate de măsură, ci o relație între două valori măsurate. Un bel este raportul dintre două puteri exprimate în formă logaritmică. Astfel, o sursă

sonoră puternică poate avea o putere acustică de un watt, în timp ce o altă sursă, mai slabă, poate genera o putere de numai 1 miliwatt, ceea ce conduce la un raport de 1000:1. Logaritmul din 1000 este 3, deci relația este de 3 beli sau 30 de decibeli – un watt este mai puternic cu 30 de decibeli decât un miliwatt.

Pe lângă faptul că transformă relațiile dintre puteri în numere cu care se poate opera în matematică, decibelii descriu cu aproximație modul în care auzim sunetele. Și auzul uman este o funcție logaritmică. Aceasta înseamnă că pentru urechea omului un sunet de două ori mai intens nu are o sursă de două ori mai puternică. Pentru majoritatea oamenilor, un sunet de două ori mai intens decât altul trebuie generat cu o putere de zece ori mai mare. Exprimată în decibeli (dB), această modificare este o creștere a nivelului cu 3 dB (deoarece logaritmul din 10 are valoarea 0,3, relația este de 0,3 beli sau 3 decibeli).

Inginerii mai folosesc decibelii și pentru a compara voltajele și presiunile sonore. Însă relația și formula nu corespund, deoarece într-un circuit în care toate valorile sunt menținute constante voltajul va fi direct proporțional cu valoarea rădăcinii pătrate a puterii. Ca urmare, o dublare a voltajului reprezintă o modificare de 6 dB.

Decibelii sunt folosiți cel mai des pentru a exprima raportul semnal/zgomot și toleranțele de răspuns în frecvență. Decibelul poate fi folosit în aceste condiții pentru că reflectă o relație între unități. Se întâmplă însă ca unele persoane să exprime intensitatea sau nivelul semnalului într-un număr de „decibeli“. Este un mod de utilizare incorect și lipsit de sens pentru această unitate, deoarece lipsește o valoare de referință. Măsurătorile în decibeli sunt utile numai în cazurile în care unitatea de referință este specificată sau se subînțelege.

Orice unitate poate fi folosită ca o referință pentru măsurătorile efectuate în decibeli. În Tabelul 19.1. este prezentată o scurtă listă cu astfel de unități, pentru care abrevierile sunt sugestive.

**Tabelul 19.1** Unități de referință ale unor măsurări exprimate în dB

| *Abreviere* | *Unitate de referință* |
|---|---|
| 0 dBj | 1 milivolt |
| 0 dBv | 1 volt |
| 0 dBm | 1 miliwatt |
| 0 dBk | 1 kilowatt |

În sistemele acustice, cel mai răspândit este sistemul de măsurare dBm. În luna mai 1939, în domeniul electronicii a fost stabilită referința standard pentru 0 dBm ca fiind nivelul de putere de un miliwatt într-un circuit de 600 de ohmi.

Veți mai întâlni și referiri la *unitățile de volum (volume units* sau VU*)*, care sunt măsurate de clasicul VU-metru. Un VU-metru este definit foarte strict, iar valoarea 0 pe care o indică semnifică un nivel de 4 dB peste 0 dBm. Indicatoarele casetofoanelor și magnetofoanelor au și funcție de unități de volum (VU), însă nu sunt VU-metre adevărate. De obicei, ele utilizează ca referință un nivel prestabilit de înregistrare pe bandă. În mod similar, și indicatoarele emițătoarelor radio sunt calibrate în VU, însă valoarea 0 corespunde nivelului de modulare de la ieșire, și nu nivelului de linie de la intrare; 0 VU semnifică în mod normal o modulare de 100%.

## Impedanța

Practic aproape toate circuitele electrice consumă o parte din fluxul de electricitate care le străbate, excepție făcând superconductoarele confecționate din materiale speciale, care operează la temperaturi foarte scăzute. Această pierdere de electricitate se transformă în căldură și determină încălzirea prăjitoarelor de pâine și a microprocesoarelor.

Inginerii denumesc această caracteristică a unui circuit de curent continuu *rezistență*, deoarece descrie modul în care un material rezistă unui flux de electricitate. Rezistența se măsoară în *ohmi*, unitate de măsură care a căpătat numele fizicianului german G. S. Ohm. Printr-o simplă deducție electrică, opusul rezistenței este conductivitatea (conductanța), pentru care unitatea de măsură este mho (sau siemens).

Curentul alternativ folosit de circuitele audio complică puțin lucrurile. Unele dispozitive electrice conduc mai bine la unele frecvențe decât la altele. Această opoziție la fluxul de curent alternativ, sensibilă la frecvența curentului, este numită *reactanță*. Suma rezistenței și reactanței unui circuit la o frecvență dată se numește *impedanță*.

Impedanța este o măsură importantă în circuitele audio. Ea stabilește cât de bine corespund cele două capete ale unei conexiuni într-un circuit electric. Când impedanța unei surse nu corespunde cu impedanța dispozitivului destinație, se pierde energie electrică. Teoretic, cea mai bună politică este realizarea corespondenței între impedanțe, deoarece un circuit realizează un transfer optim de energie doar dacă valorile impedanțelor sunt identice (sau adaptate).

Puterea reprezintă un obiectiv primordial în cuplarea amplificatoarelor și a difuzoarelor; din acest motiv, adaptarea impedanțelor este cea mai importantă problemă în etapa de conectare a difuzoarelor. Pe lângă aceasta, dacă un difuzor are o impedanță prea mică, poate genera curenți mult peste capacitatea circuitelor de ieșire ale amplificatorului, putând să supraîncarce sau chiar să defecteze amplificatorul. Adaptarea impedanțelor este importantă și pentru semnalele din rețeaua de înaltă frecvență, deoarece energia care nu este transferată devine energie parazită (zgomot) și poate să interfereze cu operația de bază efectuată în rețea.

În circuitele audio de nivel jos, transferul puterii nu este o problemă critică. Aici are o importanță mult mai mare voltajul semnalului, deoarece circuitele de nivel jos sunt tratate în general ca amplificatoare de tensiune. Chestiunea critică este ca nivelurile de tensiune așteptate de circuitele pe care le conectați să fie identice. Cele mai multe circuite de nivel jos folosesc *conexiuni de derivație (bridging connections)*, în care o intrare cu impedanță mare este conectată la o ieșire de impedanță mică. Conexiunile de derivație sunt consumatoare de energie, însă acest lucru nu este o problemă în cazul amplificatoarelor de tensiune.

Impedanțele neadaptate vă avantajează în două situații particulare privind PC-urile și sistemele lor acustice. Multe plăci de sunet nu au decât ieșiri pentru difuzor. În mod normal, le puteți conecta direct la intrarea AUX (auxiliar) a unui amplificator stereo, fără să existe nici un pericol de supraîncărcare a circuitelor din cauza neadaptării impedanței. De exemplu, un amplificator de 1 watt cu o impedanță de ieșire de 8 ohmi produce cam 125 de milivolți, exact cât trebuie pentru intrările AUX, care sunt reglate pentru semnale între 100 și 150 de milivolți. În mod similar, cele mai multe căști au impedanțe interne mari (de exemplu, 600 de ohmi), astfel încât ele pot fi cuplate la ieșirile difuzorului fără a exista riscul de a aplica puterea maximă a amplificatorului nici pe traductoarele difuzorului și nici asupra urechilor dumneavoastră. În cazul în care cuplați căștile de 600 de ohmi la ieșirea de 8 ohmi a unui amplificator, doar 1/75 din puterea acestuia intră în căști.

## Distorsiunea

Nimic nu este perfect, deci nici amplificatoarele audio. Toate amplificatoarele audio analogice aplică sunetului mici deformări cunoscute sub numele de *distorsiuni*. Practic, distorsiunea adaugă sunetului așteptat semnale nedorite (defecte). Cea mai cunoscută metodă de exprimare a distorsiunii este raportul dintre semnalele nedorite și cele dorite sub formă de procent. În circuitele moderne de nivel jos, valoarea distorsiunii adăugate este neînsemnată, de ordinul sutimilor dintr-un procent sau chiar mai mică și este inclusă în cele mai multe cazuri în zgomotul care perturbă semnalul. Veți putea detecta aceste distorsiuni numai dacă aveți auzul foarte bun.

În amplificatoarele de putere, care sunt circuite ce produc semnalele de nivel înalt folosite pentru a acționa difuzoarele pasive, plusul de distorsiune poate crește la niveluri care nu numai că sunt detectabile, dar sunt și supărătoare, variind de la o zecime de procent până la câteva procente. Distorsiunea amplificatorului de putere tinde să crească proporțional cu creșterea nivelului – adică pe măsură ce măriți volumul semnalului.

Amplificatoarele mai bune produc mai puțină distorsiune. Această constatare are repercusiuni directe dacă vreți să obțineți sunete de cea mai bună calitate dintr-un PC. Plăcile de sunet care pot fi găsite de obicei în PC-uri produc multă distorsiune. Veți obține o calitate mult mai bună a sunetelor în cazul în care cuplați sistemul stereo (care este proiectat pentru o distorsiune scăzută chiar și la niveluri ridicate ale puterii semnalului) la ieșirile de nivel jos ale plăcii de sunet, astfel încât semnalul audio să nu treacă prin amplificatorul de putere al plăcii de sunet. De fapt, plăcile de sunet de calitate mai bună nici nu au amplificatoare de putere, ca o recunoaștere a faptului că oricare dintre circuitele pe care le includ poate avea o calitate mai scăzută a sunetului, din cauza restricțiilor de instalare a lor pe o placă cu circuite cu capacitate limitată de alimentare cu energie.

# Componenta audio digitală

Desigur, calculatoarele folosesc semnale digitale, la fel ca cele mai multe sisteme stereo moderne, cum ar fi unitățile de compact-discuri și sistemele cu benzi audio digitale. După ce semnalul corespunzător sunetului este transformat din format analogic în format digital, acesta capătă exact aceeași formă pe care o au datele stocate sau prelucrate de PC-ul dumneavoastră. Tehnologia digitală completează dicționarul audio cu termeni noi și ridică probleme noi.

Înregistrarea digitală a sunetului transformă muzica în numere. Astfel, placa de sunet analizează formele undelor sonore de mii de ori pe secundă și atribuie o valoare numerică tăriei sunetului la fiecare analiză de acest fel, apoi înregistrează numerele. Pentru a reproduce muzica sau zgomotul, placa de sunet parcurge procesul invers, adică preia numerele înregistrate și regenerează tăria semnalului corespunzător la intervale de timp egale cu cele folosite în procesul de analiză a semnalului original. Rezultatul este o copie aproape exactă a semnalului audio original.

Procesul de înregistrare digitală este influențat de câteva variabile arbitrare. Două dintre ele sunt mai importante, și anume frecvența cu care este examinat semnalul audio original – denumită frecvență de eșantionare – și codul numeric atribuit fiecărui eșantion de semnal. Codul este digital și este definit ca un număr de biți, profunzime în biți sau rezoluție a sistemului. Calitatea reproducerii sunetelor este determinată în principal de valorile alese pentru aceste variabile.

## Frecvența de eșantionare

Frecvența de eșantionare limitează răspunsul în frecvență al unui sistem de înregistrare digital. Cea mai mare frecvență care poate fi înregistrată și reprodusă digital reprezintă jumătate din frecvența de eșantionare. Această valoare mai este numită și frecvența Nyquist. Frecvențele mai mari devin neclare și pot fi confundate cu valori mai joase ale frecvenței, producând astfel fenomenul de distorsiune. Pentru a preveni astfel de probleme, frecvențele mai mari decât jumătate din frecvența de eșantionare trebuie să fie eliminate (filtrate) înainte să fie eșantionate digital. Deoarece nici un filtru audio nu este perfect, cele mai multe sisteme audio digitale au frecvențele de tăiere mai mici decât frecvența Nyquist. Sistemul audio digital pentru compact-discuri este proiectat pentru a înregistra sunete cu frecvențe de până la 15KHz și folosește o frecvență de eșantionare de 44,1 KHz. În Tabelul 19.2 sunt prezentate câteva frecvențe de eșantionare folosite uzual în diverse aplicații.

**Tabelul 19.2** Frecvențe uzuale de eșantionare digitală

| *Frecvența (Hz)* | *Aplicația* |
|---|---|
| 5.563,6 | Calculator Apple Macintosh, cea mai slabă calitate |
| 7.418,3 | Calculator Apple Macintosh, calitate scăzută |
| 8.000 | Standardul telefonic |
| 8.012,8 | Stații de lucru NeXT |
| 11.025 | PC, calitate scăzută (1/4 din viteza CD) |
| 11.127,3 | Calculator Apple Macintosh, calitate medie |
| 16.000 | Standardul de comprimare G.722 |
| 18.900 | Standardul long-play CD-ROM/XA |
| 22.050 | PC, calitate medie (1/2 din viteza CD) |
| 22.254,5 | Frecvența de bază pentru calculatoare Apple Macintosh |
| 32.000 | Radio digital, NICAM, long-play DAT, HDTV |
| 37.800 | Standardul de calitate ridicată CD-ROM/XA |
| 44.056 | Sisteme video profesionale |
| 44.100 | Standardul de bază CD |
| 48.000 | DVD, Audio Codec ’97, înregistrare audio profesională |
| 96.000 | DVD la cea mai ridicată calitate audio |

Valorile numerice folosite de unele standarde sunt deseori mai puțin arbitrare decât par. De exemplu, frecvența de 22.254,5 Hz folosită de sistemul Apple Macintosh este identică cu frecvența de linii orizontale a monitorului sistemului de calcul Macintosh original cu 128 KB. Pentru utilizatorii din lumea Macintosh, este un număr foarte cunoscut. Frecvența de 44.056 Hz folosită de sistemele video profesionale este stabilită la această valoare pentru ca frecvența de eșantionare să aibă aceeași valoare cu frecvența de cadre video.

## Rezoluția

Numărul de biți dintr-un cod digital sau *profunzimea în biți (bit depth)* stabilește numărul de valori distincte care pot fi înregistrate. De exemplu, un cod digital pe 8 biți poate reprezenta 256 de obiecte diferite, care pot fi numere sau niveluri de sunet. De aceea, un sistem de înregistrare care folosește un cod pe 8 biți poate înregistra 256 de valori distincte sau paliere pentru nivelurile de sunet. Din nefericire, muzica și sunetele au o variație continuă și nu discretă (în trepte de valori). Diferența dintre treptele digitale și valoarea continuă a sunetului audio reprezintă distorsiunea semnalului. Tot prin distorsiune ajung în sistemul de înregistrare a sunetelor zgomotele parazite. Pentru a minimiza distorsiunea și zgomotele, este necesară utilizarea mai multor trepte. De aceea sistemele acustice de calitate ridicată, cum sunt compact-discurile, folosesc minimum un cod pe 16 biți.

## Lățimea de bandă

Frecvența de eșantionare și rezoluția determină cantitatea de date produse în timpul procesului de digitizare, care determină, la rândul lor, cantitatea de informații care trebuie înregistrate. Mai mult decât atât, înregistrarea în modul stereo dublează cantitatea de date utile, deoarece sunt necesare două canale separate de informații. Frecvența de eșantionare de 44,1 KHz și codul digital pe 16 biți al unui semnal audio stereo de nivel CD determină prelucrarea și înregistrarea a aproximativ 150.000 de biți de date pe secundă, ceea ce înseamnă cam 9 megaocteți pe minut.

Pentru a obține o compatibilitate completă cu sistemul CD, cele mai multe plăci de sunet moderne au capacitatea de digitizare la nivel CD. Noul standard Intel Audio Codec '97 oferă un serviciu ceva mai bun (o frecvență de eșantionare de 48 KHz), iar fanii sistemelor stereo vor fi cu siguranță încântați să afle de existența standardului DVD (Digital Video Disk), care permite opțional o frecvență de eșantionare extraordinară, având valoarea de 96 KHz. Să nu uităm însă că pentru majoritatea operațiunilor efectuate pe PC, mai puțin poate însemna mai bun – o calitate mai scăzută înseamnă mai puține date care trebuie salvate pe disc sau transferate prin Internet. Calitatea relativ scăzută a difuzoarelor atașate la PC-uri, zgomotul de fundal din birouri, zgomotul emis de PC, de difuzorul intern și de discuri nu permit oricum o audiție de calitate ridicată.

Pentru a economisi spațiu pe disc și timp de prelucrare, programele software audio pentru PC-uri și cele mai multe plăci de sunet vă oferă opțiunea de a folosi valori mai reduse pentru frecvența de eșantionare și pentru profunzimea în biți. Mai mult decât atât, multe dintre plăcile de sunet vechi nu sunt destul de performante pentru a asigura o calitate de nivel CD. Ca urmare, veți găsi plăci de sunet care acceptă rezoluții și frecvențe de eșantionare intermediare. De asemenea, multe plăci de sunet vechi sunt limitate la operații mono. Specificația originală Multimedia PC (MPC) acceptă pentru digitizare un cod pe 8 biți. Cele mai multe plăci de sunet pot lucra cu frecvențe de eșantionare de 22 și 11KHz; unele oferă și opțiuni intermediare, cum ar fi 8, 16 sau 32 KHz. Puteți reduce la jumătate cantitatea de date stocate prin înregistrarea sunetelor în sistem mono în loc de stereo.

Dacă vă ocupați cu realizarea înregistrărilor originale de sunete și muzică, veți dori să folosiți cea mai mare frecvență permisă de resursele calculatorului dumneavoastră. Deseori, aplicația utilizată este cea care dictează formatul datelor. De exemplu, dacă doriți să folosiți unitatea de CD-R pentru a copia compact-discuri audio, va trebui să utilizați formatul standard CD și o cuantificare pe 16 biți la o frecvență de eșantionare de

44,1 KHz. Pe de altă parte, cel mai bun compromis între calitate și lățimea de bandă pentru a face audiție prin Internet este o eșantionare la 11 KHz cu o cuantificare pe 8 biți.

Rețineți că prin formatul datelor este stabilită o limitare a calității fără a fi determinată în prealabil calitatea sunetelor originale. Cu alte cuvinte, puteți depăși nivelul de calitate stabilit prin alegerea profunzimii în biți și a frecvenței de eșantionare. Deficiențele unor componente hardware care se găsesc în comerț, mai precis ale plăcilor de sunet și difuzoarelor ieftine, determină o calitate a sunetului mai slabă decât ce se poate obține cu ajutorul configurației respective.

## Transmisia

Deplasarea semnalelor audio digitale este similară cu transmiterea oricărui semnal digital. Puteți muta fișiere prin orice port convenabil.

În mod uzual, puteți transfera fără nici o problemă secvențe audio de calitate CD printr-o rețea 10Base-T. De exemplu, puteți să plasați fișiere WAV pe un server și să le redați fără piedici pe orice PC conectat la rețea – aceasta se întâmplă dacă nu cereți PC-ului să efectueze alte operații mari consumatoare de resurse sau dacă traficul în rețea nu este foarte mare.

Standardul USB oferă o conexiune rapidă și simplă și începe să fie folosit pentru înregistrarea și editarea digitală. Însă lățimea de bandă a magistralei USB este limitată. După permiterea protocolului de comunicație și a altor semnale de control al transmisiei, printr-o conexiune USB vă puteți aștepta să rutați simultan cam șase semnale audio digitale de calitate CD.

Web-ul constituie o provocare mare pentru componenta audio. Redarea audio în timp real prin Web este inevitabil un mare compromis, care se bazează pe o comprimare dură ce limitează lățimea de bandă, care la rândul ei limitează răspunsul în frecvență și garantează un nivel ridicat de zgomot.

Dacă nu aveți nevoie de redare audio în timp real – ca atunci când colecționați muzică și nu o ascultați – puteți transfera prin orice canal orice fel de semnal audio digital. Conexiunile telefonice obișnuite cresc foarte mult timpul necesar, în special dacă doriți să transferați muzică audio originală de calitate CD pentru o colecție de album. Ca urmare, în prezent cele mai multe cântece parcurg Web-ul în format comprimat, folosind mai mulți algoritmi adaptați pentru semnalele acustice, cum ar fi MP3 (care este descris mai târziu) și alte sisteme, mai noi.

## Comprimarea

Rețeaua Internet nu este singurul loc în care dimensiunea fișierelor de date audio digitale devine supărătoare. La o viteză de transfer de 10 MB pe minut, fișierele audio ating rapid dimensiuni foarte mari. Dacă ne raportăm la spațiul de pe disc, operația de arhivare a datelor audio devine extrem de scumpă.

Pentru a stoca mai multe sunete într-un spațiu bine delimitat de pe disc, datele digitale audio trebuie să fie comprimate ca orice alt tip de date. De fapt, datorită structurii lor, sunetele conduc ele însele la comprimare. Cei mai eficienți algoritmi iau în calcul și caracterul special al sunetelor digitale. Cele mai bune scheme se bazează pe principiile psiho-acustice, pe modul în care oamenii percep sunetele. Ele elimină informațiile inutile, care nu pot fi auzite de urechea umană, eliberând astfel spațiu pe disc.

Algoritmii pentru comprimarea și decomprimarea datelor audio digitale sunt denumiți codecuri (*codecs*), forma prescurtată pentru comprimator-decomprimator. Câțiva

algoritmi au devenit chiar obișnuiți pentru anumite aplicații. De exemplu, sistemul Windows 95 include suport software pentru codecurile CCITT G.711 A-law și u-lw, DSP Group TrueSpeech, IMA ADPCM, GSM 6.10, Microsoft ADPCM și Microsoft PCM. Puteți vedea codecurile audio instalate în sistemul Windows 95 dacă deschideți pictograma Multimedia din dosarul Control Panel, alegeți eticheta Advanced și executați dublu clic pe opțiunea Audio Compression Codecs. Veți vedea pe ecran o imagine similară cu cea din Figura 19.1.

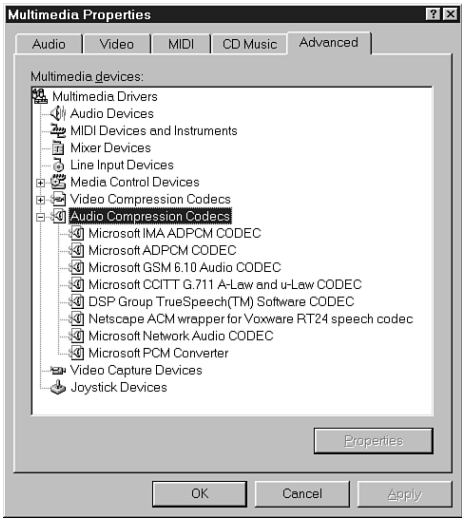



**FIGURA 19.1**
*Lista cu codecurile audio instalate pe un sistem Windows 95.*

În mod normal, în afară de a privi lista, nu aveți ce face cu aceste codecuri. Când trebuie să prelucreze un fișier audio, sistemul Windows alege automat codecul corespunzător. În timpul operației de înregistrare, programul software cu care lucrați vă va cere să selectați codecul dorit numai în cazul în care este posibilă selecția.

Rețeaua Internet a adus în atenție și alte sisteme de comprimare. Chiar dacă nici o componentă din Web nu are nevoie de ele, datorită faptului că reduc dimensiunea fișierelor audio (deci și timpii de transmisie), aceste sisteme au făcut mai practică distribuirea de date audio prin Web. Mai mult decât atât, datele audio de calitate ridicată și Web-ul revoluționează modul de distribuire a muzicii.

## TrueSpeech

Nivelul de bază pentru sunetele on-line și pentru comprimarea sub Windows îl constituie sistemul TrueSpeech, care este un standard internațional, dar, în același timp, și o componentă standard din Windows. TrueSpeech a fost dezvoltat de firma DSP Group și a fost adoptat de International Telecommunications Union (ITU) cu numărul G.723 ca standard audio pentru videoconferințe prin conexiuni telefonice obișnuite. Firma Microsoft a încorporat acest program ca pe o tehnologie de redare a datelor audio în timp real, care ar putea fi vândută împreună cu sistemul de operare Windows 95.

Apărut pe piață când viteza standard pentru modemuri era de 14.400 bps, programul TrueSpeech a fost optimizat pentru viteza respectivă, comprimând rata de 64 Kbps folosită în sistemele telefonice obișnuite astfel încât să lucreze cu viteza respectivă. Algoritmul de comprimare de bază folosit de TrueSpeech este unul cu pierderi, deci sistemul sacrifică nivelul de calitate în favoarea ratei de date. Mai mult, sistemul TrueSpeech folosește o singură rată de comprimare, optimizată pentru viteza de transfer de 14.400 bps. Consecința este că trecerea la conexiuni de viteză mai mare nu va crește calitatea sistemului. Totuși, chiar și la această viteză de lucru, TrueSpeech lucrează bine și oferă o calitate mai bună decât mult mai cunoscutul sistem RealAudio (despre care vom discuta într-o altă secțiune). Programul nu încorporează nici un mecanism care să asigure refacerea în timp real a legăturii, deci pentru o conexiune lentă audiția de la distanță va fi întreruptă.

## MPEG

Deși sunt cunoscute ca standarde video, standardele MPEG analizate în Capitolul 16, „Sistemul de afișare", descriu și informațiile audio care sunt atașate imaginilor în mișcare. Aplicațiile standardului audio MPEG sunt numeroase – sistemul său de comprimare este folosit de Digital Compact Cassette, pentru experimentele referitoare la emisiuni digitale și pentru DVD.

Standardul audio MPEG nu este unul singur, ci este constituit dintr-o colecție de scheme de codificare audio bazate pe percepția umană a sunetelor. Modelul de bază are 3 *straturi* care corespund direct calității sunetului. Straturile, numerotate de la 1 la 3, formează o ierarhie cu complexitate crescătoare, care oferă o calitate mai bună pentru aceeași viteză de transmisie. Fiecare strat este construit pe suportul stratului anterior și are capacitatea de a decodifica semnalele codificate în straturile inferioare. În Tabelul 19.3 sunt prezentate straturile audio MPEG și ratele de biți asigurate.

**Tabelul 19.3** Comparație între straturile MPEG și ratele de biți

| *Strat* | *Domeniu permis* | *Obiectiv sau optim* | *Aplicație practică* |
|---|---|---|---|
| 1 | 32-448 Kbps | 192 Kbps | Digital Compact Cassette |
| 2 | 32-384 Kbps | 128 Kbps | MUSICAM (Difuzare) |
| 3 | 32-320 Kbps | 64 Kbps | DVD, sunete Internet |

Pe măsură ce scade numărul stratului, codificarea devine mai complexă. Rezultatul este un grad ridicat de comprimare a datelor. Deoarece o comprimare mai bună solicită mai multe calcule, operația devine mai lentă (semnalul întârzie) pe măsură ce crește numărul stratului.

Numărul stratului nu afectează calitatea sunetului recepționat. Toate straturile permit frecvențe de eșantionare de 32, 44,1 sau 48 Kbiți/sec. Indiferent de stratul analizat, calitatea semnalului de ieșire depinde direct proporțional de rata de biți – cu cât este mai mare rata de biți, cu atât crește și calitatea. Există și standarde care permit menținerea unei calități mai ridicate la rate de transfer mai mici. Luând în considerare ratele de biți maxime, toate cele trei straturi oferă sunete apropiate de calitatea compact-discurilor.

Spre deosebire de alte standarde, MPEG nu definește algoritmi de comprimare. Cele trei straturi dau standarde pentru ieșirile de date și nu pentru modul în care sunt obținute ieșirile. Acest mod de abordare a problemei permite dezvoltatorilor să îmbunătățească mult calitatea algoritmilor, atât cât le permit tehnologia și propriile descoperiri. Informațiile din antet descriu stratul și metodologia de comprimare utilizată pentru datele din conținut.

MPEG este asimetric prin faptul că folosește un codificator complex și un decodificator relativ simplu. În mod normal, nu veți avea de efectuat decât operații de decodificare de fișiere. Numai producătorul sau distribuitorul de software MPEG are nevoie de un codificator. Procesul de codificare nu trebuie să aibă loc în timp real (și de obicei nu are loc în timp real). Toate straturile standardului MPEG folosesc un banc de filtrare cu mai multe faze, având 32 de subbenzi. Stratul 3 adaugă și o transformare cosinus discretă modificată, care ajută la creșterea rezoluției în frecvență.

## MP3

Sunetul dominant în Internet este MP3, prescurtarea de la MPEG, stratul 3, despre care am discutat anterior (numele nu provine de la MPEG-3; nu există un astfel de standard, cel puțin până acum). Chiar dacă MP3 pare să amenințe poziția dominantă a standar-

dului Compact Disc în distribuirea muzicii, cu playere dedicate disponibile pentru cei care doresc să asculte muzică în timpul mersului, în realitate este doar ceva mai mult decât un standard – însă unul în jurul căruia este formată o adevărată industrie. MP3 are avantajul comprimării puternice permise sub standardul audio MPEG și îl folosește ca bază pentru un sistem de fișiere, care servește drept suport pentru componentele MP3 din prezent.

Avantajul lui MP3 este pur și simplu comprimarea. Sistemul reduce fișierele audio la aproximativ 1/12 din spațiul pe care l-ar ocupa datele audio digitale brute. Rezultatul este că secvențele muzicale, care în mod normal ar avea nevoie de un fișier de 50 MB în formatul WAV, ocupă doar 4 MB. Fișiere mai mici înseamnă un timp mai mic pentru transmisie, astfel că albume întregi pot fi transferate rezonabil prin Internet. De asemenea, sistemul permite ca destul de multă muzică (o oră sau mai mult) să fie codificată în memorie și transferată într-un player fără componente în mișcare.

Și mai bine este că prin reducerea dimensiunii fișierului MP3, rata de date necesară pentru redarea unui fișier în timp real poate fi redusă în aceleași proporții. În locul ratei de aproximativ 1,2 Mbps necesară pentru transferul a două canale audio de calitate CD, fișierele MP3 au nevoie de numai 64 Kbps pentru o redare de calitate apropiată de CD. Chiar dacă nu este suficient de lentă pentru redarea în timp real printr-un modem de 56 K (nu uitați, fișierele MP3 sunt deja comprimate, astfel că operația de comprimare efectuată de modem nu poate mări prea mult ratele de transfer), redarea în timp real este posibilă cu ajutorul unui adaptor terminal ISDN (cu o conexiune bună de 128 K și un server rapid), „modemuri“ prin cablu și conexiuni ADSL. Cu un trafic redus de rețea și un modem de 56 K, vă puteți aștepta să descărcați un fișier MP3 din Web într-o perioadă de două până la patru ori mai mare decât timpul real de redare.

Deoarece MP3 face parte din standardul MPEG-1, nu lucrează decât stereo. MPEG-2 este proiectat pentru a lucra cu sunete spațiale folosind până la opt canale. Este în lucru un nivel nou de comprimare, denumit MP4, care va extinde comprimarea de tip MP3 la sistemele de sunete spațiale.

Nivelul ridicat de compactare a fișierelor MP3 se obține printr-o prelucrare intensă a datelor. Decodificarea datelor audio dintr-un fișier MP3 solicită mult din puterea microprocesorului. În mod obișnuit, pentru decodificarea unui fișier MP3 în timp real veți avea nevoie de un microprocesor Pentium la minimum 100 MHz, de exemplu pentru a asculta o selecție muzicală. Codificarea în formatul MP3 presupune o putere și mai mare. Pentru a codifica fișiere în timp real în formatul MP3, așteptați-vă să consumați aproape toate resursele unui microprocesor Pentium II la 300 MHz.

Puteți să recunoașteți fișierele MP3 după extensia MP3. Rețineți că unele programe de codificare care generează fișiere MP3 vă permit alegerea „nivelului“ de prelucrare – de obicei, nivelul 1, 2 sau 3. Aceste selecții corespund cu nivelurile (straturile) din standardul MPEG și reprezintă grade din ce în ce mai mari de comprimare (fișiere mai mici și rate mai mici de date) pe măsura creșterii numerelor, însă numai nivelul 3 creează fișiere MP3 adevărate. Aproape toate decodoarele MP3 vor prelucra orice nivel, așa că, dacă doriți cea mai bună calitate, alegeți numerele mai mici și nu uitați să asigurați mai mult spațiu pe disc.

## AAC

AT&T a dezvoltat sistemul Advanced Audio Compression ca o îmbunătățire a metodei MP3. Așa cum era de așteptat, evoluția tehnicii a dus la o comprimare mai bună – fișiere mai mici și o calitate mai ridicată. În același timp, AT&T a adăugat la AAC și o schemă de blocare.

### VQF

Similar cu MP3, VQF este un sistem de comprimare audio mai avansat, dezvoltat în principal de firma Yamaha, care obține fișiere cam cu o treime mai mici decât echivalentele lor MP3, păstrând o calitate audio aparent mai ridicată. Dezavantajul acestui sistem este că atât codificarea, cât și decodificarea sunt mari consumatoare de resurse de procesor; durează cam cu 20 de procente mai mult decât în cazul MP3. Împachetarea mai densă a datelor nu înseamnă decât mai multă muncă. VQF a fost dezvoltat împreună cu Toshiba, care păstrează un control foarte ferm asupra utilizării sistemului.

### SDMI

Pentru a dezvolta un singur format, sigur, capabil să trateze descărcările și redările de date audio, Asociația industriei de înregistrări din America (RIAA – Recording Industry Association of America) a organizat în luna decembrie 1998 grupul de lucru Secure Digital Music Initiative (SDMI). Organizația, care a crescut rapid până la 110 membri, dintre care majoritatea sunt producători de echipament și companii de înregistrări, intenționează să creeze un standard pentru programele portabile de redare a muzicii digitale, capabil să distrugă pirateria din domeniu. Asemănător cu sistemul Liquid Audio, standardul va permite descărcarea de secvențe din Internet (ceea ce poate însemna achitarea unei taxe), redarea fișierelor MP3 pe un dispozitiv portabil similar cu echipamentul de redare Diamond Multimedia RIO sau înregistrarea unui CD propriu pe o unitate de CD-R. Un semn filigranat din fișier codifică drepturile pe care le aveți asupra datelor – dacă vi se permite să îl copiați, să faceți un disc sau doar să îl ascultați. Grupul SDMI a solicitat propuneri pentru standard în luna martie 1999, sperând să creeze un standard destul de repede pentru a permite lansarea pe piață a dispozitivelor compatibile în sezonul de Crăciun 1999.

### Sunete în buclă

Dacă doriți să includeți o secvență muzicală ca fundal pentru o imagine care va fi analizată mai mult timp de privitori (de exemplu, să adăugați un fond sonor într-o pagină Web), puteți să minimizați spațiul de pe disc necesar pentru stocarea și transmisia sunetelor folosind *sunete în buclă (looped sound)*. Așa cum sugerează și numele, sunetele formează o buclă infinită, sfârșitul fragmentului ales fiind îmbinat cu începutul. Bucla poate fi scurtă cât o bătaie de inimă sau poate avea lungimea câtorva măsuri muzicale și este repetată cât timp privitorul ține deschisă pagina Web. Indiferent cât durează, bucla nu folosește decât datele audio necesare codificării unui singur fragment.

Nu există nici o regulă care să spună că trecerea de la sfârșitul la începutul buclei trebuie să fie insesizabilă, însă dacă nu doriți ca fondul sonor să distragă atenția utilizatorului, trebuie să o realizați cât mai fin. Când ascultați mereu același fragment muzical, este cazul să alegeți o îmbinare între sfârșitul și începutul buclei care să asigure un ritm continuu și regulat. În cazul unor sunete alese la întâmplare, ar trebui să asigurați corespondența nivelurilor și timbrului în momentul îmbinării. Cele mai multe editoare de sunete pentru PC-uri vă vor permite să modificați cu finețe punctul de început al buclei. De asemenea, cea mai mare parte dintre sistemele acustice din Internet suportă sunete în buclă.

## Sinteza

Este ușor să creați un sunet electronic. Orice semnal de curent alternativ având frecvența în domeniul auditiv uman generează un anumit zgomot atunci când este conectat la un difuzor. Mult înainte de era electronicii, Hermann Helmholtz a descoperit faptul că orice ton muzical este compus din vibrații ale aerului care corespund unei forme de undă

periodică, dar complexă. Generarea unui semnal electronic care să producă un efect auditiv cunoscut nu este un proces chiar așa de simplu. Aveți nevoie exact de forma de undă corespunzătoare sunetului dorit.

Circuitul de bază folosit pentru generarea frecvențelor, oscilatorul, produce un ton foarte curat, astfel încât sunetul pare complet ireal – electronic. Acest fenomen se întâmplă deoarece sunetele naturale nu reprezintă simple frecvențe, ci colecții de mai multe frecvențe, având sau nu legătură între ele, de tării diferite.

De exemplu, un sunet generat de un instrument muzical conține o singură frecvență caracteristică (corespunzătoare notei cântate), denumită fundamentală, și o colecție de alte frecvențe, fiecare dintre ele fiind un multiplu al frecvenței fundamentale, denumite armonice de fizicieni sau armonii de muzicieni. Relația dintre amplitudinea armonicelor dă sunetului scos de instrument o identitate distinctă, așa-numitul timbru, și face ca o notă cântată la vioară să sune diferit de aceeași notă cântată la flaut. Timbrul este produsul mai multor rezonanțe ale instrumentului muzical, care tind să întărească anumite armonice și să le reducă pe celelalte.

Zgomotele parazite diferă de tonurile muzicale, deoarece conțin multe frecvențe care nu au legătură între ele. De exemplu, zgomotul alb este o colecție aleatorie a tuturor frecvențelor.

Unul dintre rezultatele bune ale alcătuirii sunetelor din combinații de frecvențe (principiu referitor la undele periodice, descoperit de Jean Baptiste Joseph Fourier la sfârșitul secolului al XVIII-lea) este că generarea oricărui sunet presupune doar realizarea combinației corecte de frecvențe. Deci sintetizarea sunetelor ar trebui să fie un proces simplu de realizat – tot ce trebuie să știți este combinația corectă de frecvențe. În acest punct, procesul de sinteză creează puțină panică. Este aproape imposibil de găsit o combinație corectă prin încercări, deoarece numărul de frecvențe și amplitudini posibile pentru fiecare frecvență este infinit, deci veți ajunge să lucrați cu numere care depășesc capacitatea celor mai multe calculatoare de buzunar (cum ar fi infinit înmulțit cu infinit). Dacă adăugați și faptul că sunetele naturale variază de la o apariție la alta, ceea ce înseamnă că practic fiecare sunet (chiar dacă a mai apărut anterior) reprezintă o combinație diferită de frecvențe, mărind și mai mult numărul de variante posibile, procesul de sinteză a sunetelor tinde să se îndrepte cu rapiditate către imposibilitatea aplicării în practică.

În realitate, numerele sunt mult mai ușor de prelucrat decât în situația teoretică prezentată în paragraful anterior (care este într-adevăr de speriat). De exemplu, sunetele muzicale conțin numai câteva frecvențe – frecvența fundamentală și armonicele din domeniul auzului uman (atât pentru gama de frecvențe, cât și pentru gama de amplitudini). Însă procesul de sintetizare a sunetelor pornind de la zero rămâne o provocare. Realitatea nu poate fi sintetizată. Chiar și cele mai bune sisteme de sintetizare se apropie doar de sunetele instrumentelor muzicale din lumea reală și de zgomotele mai puțin muzicale. De aceea, sunetele de cea mai bună calitate (sau cele mai apropiate de realitate) care pot fi produse de o placă de sunet sunt înregistrate și nu sintetizate. Chiar și cele mai bune sintetizatoare scot sunete vizibil sintetizate atunci când încearcă să emuleze un instrument acustic (cum ar fi un pian). Nu trebuie să aveți ureche muzicală pentru a deosebi un instrument real de unul sintetizat. Însă acesta nu este neapărat un criteriu pentru calitate. Unele sintetizatoare sună mai bine decât altele. Cu toate că un sintetizator nu generează sunete mai reale decât un altul, poate fi mai plăcut. De fapt, sintetizatoarele din ultima generație sunt apreciate pentru caracteristicile lor muzicale unice la fel de mult ca pianele Steinway sau Bosendorfer. Însă nu este cazul să așteptați ca un sintetizator să producă exact sunetele generate de un pian Steinway.

Inginerii electroniști au propus mai multe strategii pentru sintetizarea sunetelor, fiecare dintre acestea având mai mult sau mai puțin succes. Pentru realizarea sintetizatoarelor au fost utilizate mai multe tehnici, dintre care amintim sinteza substractivă, sinteza aditivă, modularea în frecvență și sinteza pe baza unui tabel de unde.

## Sinteza substractivă

Primele sintetizatoare muzicale adevărate au folosit tehnologia analogică, spre deosebire de instrumentele electronice, care încearcă să copieze, nu să sintetizeze sunetele. Prima mașină de acest fel a fost creată la sfârșitul anilor '50 și se baza pe principiul sintezei substractive. Aceste prime sintetizatoare generau sunete cu ajutorul unor oscilatoare speciale, denumite generatoare de forme de undă, care creau sunete bogate în armonici. În locul sunetelor clare ale undelor sinusoidale, ele generau unde rectangulare, în formă de dinți de fierăstrău și alte forme intermediare. Separat, fiecare dintre aceste oscilatoare genera o undă complexă, bogată în armonici, care avea propriul sunet distinct. Aceste prime forme de undă erau apoi mixate împreună și formate cu ajutorul unor filtre care accentuau anumite game de frecvențe și atenuau alte game. Uneori un sunet era folosit pentru a modula un alt sunet în scopul generării unor forme de undă atât de ciudate, încât sunau de parcă ar fi fost create în altă galaxie.

Sinteza analogică a apărut în anii experimentărilor, când erau cercetate cele mai necunoscute laturi ale muzicii noi. Sintetizatoarele analogice nu încercau să genereze sunete identice cu cele ale instrumentelor convenționale, pentru că aceste instrumente puteau oricum să emită astfel de sunete, iar avanposturile curentului de avangardă depășeau foarte mult limitele muzicii convenționale. Scopul sintetizatoarelor analogice a fost crearea de sunete noi: sunete care nu se găseau în natură, sunete care nu mai fuseseră auzite niciodată, sunete care imitau sistemul digestiv al unui gigantic dinozaur dispeptic. Sintetizatoarele analogice generau sunete pur electronice.

După ce muzica nouă a fost înțeleasă în profunzime, a apărut, ca o soluție alternativă la modelele analogice, tehnologia digitală. Primele sintetizatoare digitale păreau să dubleze funcția unităților analogice cu ajutorul unei alte tehnologii, care oferea un control mai mare. De fapt, sintetizatoarele digitale au oferit un control așa de mare asupra prelucrării sunetelor, încât a devenit posibilă nu numai crearea de sunete noi, ci și crearea oricărui sunet posibil (măcar cu aproximație). Scopul procesului de sinteză a devenit încetul cu încetul înlocuirea instrumentelor convenționale (care erau foarte scumpe, fiind create manual) cu componente digitale similare, ieftine, care scoteau cam aceleași sunete. Cu o singură cutie electronică – sintetizatorul digital – un muzician avea la dispoziție o orchestră întreagă.

## Sinteza aditivă

Recrearea sunetelor instrumentelor existente a presupus dezvoltarea unor tehnologii complet diferite folosite în noile sintetizatoare de sunete. Opusul unui sintetizator substractiv este un sintetizator aditiv. În loc să genereze unde complexe din care filtrează părțile nedorite, sintetizatorul aditiv construiește sunetele prin metoda cea mai logică – prin adăugarea tuturor frecvențelor care compun un sunet muzical. Dacă această operație era foarte dificilă sau chiar imposibil de efectuat cu circuite analogice, precizia componentelor digitale a făcut posibilă realizarea sintezei aditive. Sintetizatorul aditiv digital a creat matematic modelul generat prin mixarea sunetelor. Semnalul digital rezultat putea fi convertit într-un semnal analogic (cu ajutorul unui convertor digital-analogic), care putea fi folosit de un difuzor sau de un sistem de înregistrare.

În încercarea de a crea sunete din lumea reală, sintetizatorul aditiv a avut de rezolvat o singură problemă dificilă: mixarea frecvențelor se realizează diferit pentru fiecare notă a unui instrument. De fapt, mixarea frecvențelor se schimbă de la începutul notei (de exemplu, când un ciocănel dintr-un pian lovește o coardă) și până la finalul acesteia. Pentru a produce sunete apropiate de realitate, sintetizatorul trebuie să aibă o descriere completă a fiecărei note care poate fi creată în momente diferite ale emiterii ei. Din acest motiv, un sintetizator aditiv adevărat de tip digital este un dispozitiv complex și foarte scump.

În practică, sinteza sunetelor pentru echipamentele periferice ale unui PC se bazează pe tehnologii mult mai simple decât o sinteză aditivă foarte strictă. Două dintre acestea au devenit mai cunoscute pe piața comercială de sintetizatoare încorporate în plăcile de sunet pentru PC-uri. Acestea sunt sinteza cu modulare de frecvență (FM) și sinteza pe baza unui tabel de unde.

## Sinteza FM (cu modulare în frecvență)

În 1973, când lucra la laboratoarele pentru inteligență artificială din Stanford, John M. Chowning a făcut o descoperire interesantă. Două sunete reprezentate prin unde sinusoidale clasice puteau fi combinate în scopul generării unor sunete mai speciale cu ajutorul modulării în frecvență. Deși principiul nu corespunde nici unui fenomen natural, el poate fi folosit pentru crearea de sunete cu atacuri și finaluri apropiate de cele naturale.

Tehnologia de sinteză FM rezultată operează astfel: este generată o frecvență (sau un sunet) numită purtătoare, care este combinată cu o a doua frecvență denumită modulatoare. Dacă modulatoarea este mică, de numai câțiva hertzi, frecvența purtătoare crește și scade ca o sirenă. Dacă purtătoarea și modulatoarea au frecvențe apropiate, rezultatul este o undă complexă. Prin variația tăriei (intensității) modulatoarei se schimbă combinația de frecvențe din forma de undă rezultată, obținându-se modificarea timbrului (modificarea intensității purtătoarei nu determină decât creșterea sau scăderea tăriei sunetului). Prin modificarea relației dintre purtătoare și modulatoare, timbrul se schimbă într-un mod foarte natural.

Un sistem de bază de sinteză FM are nevoie de numai două oscilatoare pentru producerea undelor sinusoidale. Însă un sintetizator care generează o combinație mai mare de purtătoare și modulatoare poate crea o varietate mult mai mare de forme de undă și sunete. Fiecare dintre undele sinusoidale produse de un sintetizator FM se numește operator. Sintetizatoarele cele mai cunoscute au de la patru la șase operatori.

Cel mai mare atu al sintezei FM este prețul redus de implementare; totul încape într-un singur cip. Pe de altă parte, sinteza FM nu poate produce sunete identice cu cele naturale. Sunetele create prin această tehnologie sunt ușor de recunoscut – ascultătorul își dă seama ce doresc să imite, dar și că sunt sintetizate.

## Sinteza pe baza unui tabel de unde

O altă tehnică folosită pentru crearea sunetelor este sinteza pe baza unui tabel de unde. Cunoscută și sub numele de eșantionare, această metodă nu folosește tonuri pure, ci forme de undă reprezentative pentru anumite sunete. Reprezentarea se face folosind forma exactă de undă a sunetului, iar toate formele de undă care pot fi produse de un sistem sunt memorate într-un tabel electronic, de unde și numele tehnologiei. Formele de undă pentru un anumit instrument sau sunet sunt doar modele pe care sintetizatorul le prelucrează pentru a produce muzică sau secvențe de sunete. De exemplu, tabelul de unde poate conține un mic fragment de sunet dintr-o anumită notă cântată la un flaut.

Sintetizatorul poate apoi să modifice frecvența notei pentru a produce o scală întreagă de note sau poate să modifice durata pentru a genera ritmul corect.

Deși sinteza pe baza unui tabel de unde produce sunete mai reale decât sinteza FM, ele nu sunt complet realiste, deoarece nu repetă operația completă de transformare a sunetelor muzicale de la atac (început) la sfârșitul notei și nici variația subtilă a timbrului cu acordul produs de un instrument sintetizat. Unele sintetizatoare pe bază de tabele de unde au modele specifice pentru atac, conținut și final și variază matematic tranzițiile între aceste perioade ale sunetelor. Sunetele devin mai apropiate de realitate, însă nu sunt nici pe departe perfecte. În general, notele sintetizate pe baza unui tabel de unde folosesc aceeași mixare de frecvențe și, ca urmare, prezintă o asemănare subtilă, dar ireală cu cele naturale.

Pe de altă parte, sinteza pe baza unui tabel de unde este cea mai accesibilă constructorilor de PC-uri. Deoarece toate formele de undă sunt memorate digital, la fel ca toate celelalte sunete, ele pot fi reconstituite fără nici un fel de componentă hardware de tipul cipurilor sintetizator. Singurul echipament necesar este un convertor audio digital-analogic, care oricum trebuie încorporat în orice PC multimedia. Cu ajutorul unor aplicații software dedicate, un programator poate crea formele de undă necesare pentru orice sunet pe care și-l poate imagina. Singura problemă este că reproducerea digitală a formelor de undă necesare ocupă foarte mult din capacitatea procesorului, astfel încât PC-urile mai vechi și mai lente nu pot oferi audiții în timp real. Dacă procesul nu trebuie să aibă loc în timp real, calculatorul dumneavoastră poate transforma instrucțiunile pentru sintetizator (care, în mod obișnuit, se găsesc într-un fișier MIDI) în muzică sintetizată fără să aibă nevoie de componente hardware suplimentare scumpe pentru sinteză. MIDI Renderer folosește această tehnică pentru a plasa în fișierele MIDI sunete sintetizate de cea mai bună calitate.

Plăcile pentru sintetizatoarele pe bază de tabele de unde elimină cererile către procesorul central prin încorporarea de componente proprii pentru prelucrare. Pentru a păstra cât mai ridicat nivelul de performanță, pentru multe dintre aceste produse formele de unde necesare sunt plasate în memorii de tip ROM, salvând astfel orice întârziere ce poate fi necesară pentru accesul la disc. Dezavantajul acestei tehnici este că tabelul cu forme de unde necesită un spațiu mare de stocare. Multe dintre sintetizatoarele hardware pe bază de tabel de unde au memorii ROM de sute de mii de octeți; unele au chiar mai mulți megaocteți de memorie dedicați special acestui tabel.

## Tehnici avansate

Muzicienii cu înclinații științifice și oamenii de știință cu înclinații muzicale nu vor fi satisfăcuți niciodată de sunetele produse de instrumentele sintetizate și nu vor fi mulțumiți până când nu vor auzi cum o notă creată de o vioară electronică sună mai bine decât aceeași notă cântată de un artist la o vioară Stradivarius. Pe măsură ce electroniștii capătă din ce în ce mai multă putere de prelucrare, ei dezvoltă tehnici din ce în ce mai bune în scopul generării de sunete cât mai realiste cu putință.

Ultima tendință în acest domeniu este modelarea instrumentelor clasice. Proiectanții creează modele matematice ale instrumentelor muzicale, care reflectă și modul în care caracteristicile fizice ale instrumentului afectează sunetele produse. În loc să descompună forma de undă creată de instrument, noua tehnică încearcă să construiască forma de undă în același mod în care o face instrumentul. De exemplu, se poate porni de la un sunet de bază generat prin plimbarea unui arcuș pe o strună (numai pentru atât trebuie creat un model complex), care apoi este modificat în funcție de rezonanțele corpului instrumentului.

Un alt aspect al modelelor avansate de sinteză îl constituie controlul sporit asupra operațiilor. Sintetizatoarele bazate pe acest principiu împart elementele de control ale muzicianului (sau ale programului) asupra unui instrument în câțiva parametri: apăsarea sau eliberarea unui buton și „tușeul", viteza cu care este apăsat butonul. Dacă pentru un instrument cu clape această descriere poate fi considerată aproape completă, în cazul instrumentelor cu coarde și de percuție sunt ignorate toate modulările posibile. Cele mai noi sintetizatoare includ deseori sisteme de control foarte bine puse la punct, bazate pe un senzor suplimentar, cum ar fi un instrument de genul unui tub în care muzicianul poate sufla pentru a semnala sintetizatorului modul în care trebuie să moduleze sunetele.

Deși aceste sintetizatoare experimentale sunt proiectate pentru a funcționa în direct, nimic nu împiedică achiziția informațiilor de control pentru redarea sau editarea automată. Formatul MIDI nu mai este compatibil cu necesarul crescut de date pentru astfel de sintetizatoare, dar cu siguranță vor apărea standardele necesare atunci când sintetizatoarele bazate pe noua tehnologie vor fi introduse pe piața de componente hardware.

## Sistemele acustice din Internet

Dacă obișnuiți să lucrați în rețeaua Internet, vă veți confrunta cu o colecție foarte ciudată de acronime care descriu sisteme audio și care vă oferă în timp real orice fel de produse, de la concerte rock și programele unor posturi de radio situate la distanțe de milioane de kilometri până la efecte audio siderale atașate în fundalul unor pagini Web neinteresante. Toate aceste materiale sunt împachetate într-un anumit format audio digital, deoarece altfel nici nu ar putea parcurge imensitatea rețelei Internet. Dar, în loc să fie utilizate secvențe audio într-un format direct, datele sunt prelucrate și comprimate în ceva care încape într-o lățime de bandă uimitor de mică. Pentru a ajunge la dumneavoastră, aceste date trebuie manipulate conform unui protocol propriu. Este uimitor faptul că totuși ceva ajunge la noi, și adevărul este că unele zile (și conexiuni) sunt mai puțin uimitoare ca altele.

Cea mai mare problemă pentru prelucrarea cât mai bună a sunetelor în Internet este lățimea de bandă. Transferul digital al secvențelor audio consumă o parte însemnată din lățimea de bandă, iar componentele hardware obișnuite folosite în comunicații (despre care vom discuta în Capitolul 22, „Telecomunicațiile") nu fac față acestor operații. O conversație telefonică obișnuită, care folosește frecvențe cuprinse între 300 și 3.000 de hertzi (deci nici vorbă de fidelitate ridicată) este digitizată de sistemul telefonic într-un semnal care necesită o lățime de bandă de 64.000 de biți pe secundă. Aceste date de fidelitate redusă sunt destul de greu de transmis printr-un modem care folosește o viteză de transfer de 28.000 sau chiar 33.400 de biți pe secundă. Ca urmare, pentru a evita limitele de lățime de bandă impuse de hardware, toate sistemele audio din Internet aplică inițial un anumit tip de comprimare a datelor.

Rețeaua Internet a pus o altă problemă sistemelor audio – mediul Web este prin definiție un mediu inospitalier pentru semnalele audio. Când a fost creat, acest sistem a fost gândit ca o rețea asincronă cu comutare de pachete. Protocolul de bază folosit, TCP, nu a fost proiectat pentru a transmite în timp real date izosincrone (cum ar fi concertele în transmisie directă). Când este transferat un fișier (sau o pagină Web, care este tot un fișier), nu contează dacă unul din pachete este întârziat, însă un pachet întârziat într-o transmisiune audio în timp real este mai mult decât inutil – reprezintă o întrerupere care poate strica tot ceea ce ați ascultat până atunci. Unele sisteme acustice din Internet nu mai folosesc protocolul TCP pentru transferul datelor audio și au trecut la protocolul

UDP, care poate avea mari probleme în relația cu sistemele și produsele firewall proiectate special pentru TCP. Celelalte sisteme acustice folosesc în continuare TCP, motivând această alegere prin calitatea bună a datelor audio din fișierele transferate.

În Web sunt disponibile pentru descărcare mai multe produse de redare a fluxurilor audio. Cele mai folosite sunt Internet Wave al firmei Vocaltec (`http://www.vocaltec.com`), RealAudio de la firma Progressive Networks (`http://www.realaudio.com`) și Shockwave al firmei Macromedia (`http://www.macromedia.com`). Pentru a asculta cântece transferate de pe orice sit Web, aveți nevoie de toate cele trei programe.

Internet Wave folosește pentru transferul datelor audio protocolul TCP obișnuit, ceea ce înseamnă că se găsește oriunde ajung paginile Web normale și că este garantată distribuirea tuturor pachetelor cu date audio. Versiunile curente ale programului lucrează la oricare dintre cele patru frecvențe de eșantionare recomandate ( 5.500, 8.000, 11.025 sau 16.000 Hz ), astfel încât calitatea variază de la nivelul liniei telefonice la calitatea emisiunilor radio, în modul mono. Internet Wave folosește două fișiere pe server, un fișier media cu extensia .VMF și un fișier racord cu extensia .VMD. Pe lângă programele de redare, este disponibilă și o versiune beta a codificatorului, care se găsește pe situl Volcatec și poate fi descărcată gratuit.

Ca program care asigură o fidelitate redusă, RealAudio este distribuit gratuit; oferă sunete de calitatea emisiunilor radio AM, atât on-line (în timp real), cât și off-line (în cazul fișierelor transferate anterior). Pentru a avea programul RealAudio hi-fi, cu opțiuni complete, trebuie să cumpărați suportul pentru server și versiunea de producție. Ambele versiuni ale programului operează în modul mono. Ultima variantă de server RealAudio poate negocia automat lățimea de bandă corectă (lo-fi sau hi-fi) pe care poate să vă trimită datele. Programul RealAudio folosește pentru transferul de fișiere protocolul UDP, astfel că are avantajul unei viteze sporite, dar și riscul pierderii unor pachete (și al scăderii calității). Fișierele RealAudio au extensia .RA.

Shockwave a fost produs în primul rând în scopul distribuirii datelor audio atașate prezentărilor multimedia rulate cu programul Director al firmei Macromedia, dar poate fi folosit și pentru furnizarea directă a fluxurilor audio prin Internet. Există multe situri care folosesc produsul Shockwave pentru a distribui fluxuri audio cu ajutorul protocolului TCP. Formatul Shockwave permite o varietate de niveluri de calitate, incluzând între acestea calitatea CD în modul stereo. Fișierele audio Shockwave au extensia .SWA.

## Sunete multicanal

Când înregistrarea sunetelor a devenit posibilă, oamenii au fost atât de uimiți că aud ceva, încât problemele mai mici, cum ar fi calitatea sunetelor, nu au fost importante pentru ei. O voce subțire pe un fundal distonant suna la fel de real ca un gângurit de dragoste șoptit în urechile lor. Pe măsură ce noile tehnologii, de genul proceselor de înregistrare electronică, au adus o calitate aproape reală sunetelor reproduse, oamenii au descoperit că înregistrărilor le lipsește o dimensiune și anume profunzimea sunetelor.

Încercarea de refacere a profunzimii sunetelor înregistrate a reprezentat o problemă pentru ingineri și cercetători aproape de la apariția înregistrării electronice în anii ‘20. Scopul lor a fost de a reproduce întreaga experiență de ascultare, astfel încât să nu auziți

doar muzica, ci să vă simțiți ca și cum v-ați afla în mijlocul sunetelor, stând într-o sală de concert și nu în sufragerie.

## Sunete stereo

Cea mai naturală îmbunătățire a fost înregistrarea stereofonică. Ideea era simplă, chiar intuitivă. Specialiștii știau că oamenii erau capabili să localizeze sunetul pentru că au două urechi. La momentul respectiv, ei nu știau cu exactitate ce permitea auzului uman să determine sursele de sunete, însă au descoperit că reproducerea muzicii prin două sisteme de difuzare cu semnale înregistrate separat a creat un efect miraculos: în loc să audă sunete de la un difuzor sau de la celălalt, urechile ascultătorilor auzeau sunete venite din întregul spațiu *dintre* difuzoare.

## Sunete binaurale

Înregistrarea *binaurală* este foarte asemănătoare cu cea stereo. La fel ca în cazul stereo, sistemul binaural folosește două canale de înregistrare, însă în plus are nevoie de o metodă specială de înregistrare pentru crearea acelor semnale care folosesc microfoane micuțe plasate în interiorul urechilor unui cap fictiv. De asemenea, și redarea diferă față de sistemul stereo obișnuit. În cea mai pură formă, sistemele binaurale au nevoie de căști în loc de difuzoare. Ca urmare, aceste sisteme înregistrează sunetele care ajung de la urechile manechinului direct în urechile dumneavoastră.

Diferența dintre stereo și binaural este uluitoare. Spre deosebire de sistemele stereo simple, sistemul binaural creează o iluzie convingătoare a spațiului tridimensional. Dacă ascultați la căști sunete dintr-un sistem de înregistrare stereo obișnuit, toate sunetele par să emane din interiorul capului. Singura amploare este între urechi. Folosind o înregistrare binaurală, sunetele par să vină de peste tot, din afara capului, înconjurându-vă. Sunteți „transportat“ foarte convingător în locul și poziția capului fictiv folosit pentru realizarea înregistrării originale.

Fără căști, iluzia binaurală dispare. Pentru majoritatea oamenilor, o înregistrare binaurală redată prin difuzoare sună la fel ca o înregistrare stereofonică obișnuită.

Dezvoltarea înregistrării binaurale s-a desfășurat în paralel cu cea a sistemului stereo convențional. Chiar dacă inițial a reprezentat mai mult o curiozitate de laborator, în anii ‘60 și la începutul anilor ‘70 companiile de înregistrări au lansat câteva discuri binaurale comerciale, iar stațiile radio au transmis câteva emisiuni binaurale de muzică clasică și, mai rar, concerte rock. Din nefericire, tehnica de înregistrare cu cap artificial era incompatibilă cu benzile de studio cu mai multe piste folosite pentru marea majoritate a discurilor muzicale populare și rock, astfel că această tehnologie nu a depășit niciodată stadiul de curiozitate de laborator.

## Sunete cuadrofonice

O încercare nereușită de creare a unei surse de sunete tridimensionale a apărut sub forma înregistrării cuadrofonice la începutul anilor ‘70. Ideea era simplă: pentru a crea spațiul de ascultare în jurul și în spatele ascultătorului, au fost adăugate două canale de înregistrare și difuzoare dedicate în spatele acestuia. Ca principiu, era un sistem stereo dublat.

Problema sistemului cuadrofonic[1] nu a fost conceptul, ci tehnologia disponibilă pentru difuzarea și înregistrarea discurilor. La momentul respectiv, acest sistem reprezenta fără nici o îndoială un compromis. Datorită limitărilor tehnologiei analogice, inginerii au fost obligați să comprime sistemul pe patru canale, acolo unde încăpeau doar două. Cea mai

1 În engleză: quadraphonic sau, mult mai des, quad.

uzuală metodă a presupus un sacrificiu prin separarea canalelor. Pentru a obține compatibilitatea cu sistemul stereo convențional, inginerii au combinat informațiile din față și din spate pentru fiecare dintre cele două canale stereo. Apoi au plasat informațiile de diferențe – canalul din spate minus canalul din față – în fața semnalului față-plus-spate folosind o formă de modulare în fază (modularea în cvadratură, care, în ciuda asemănării de nume, nu are legătură cu conceptul cuadrofonic). Aceste sisteme asigurau o separare între canalele față-spate de aproximativ șase decibeli – mult mai puțin decât cei 20 sau 30 de decibeli de separare pentru canalele din față, însă suficient (sau cel puțin așa susțineau inginerii) pentru a oferi iluzia profunzimii.

Numai sistemele pe benzi puteau asigura patru lățimi de bandă complete și patru canale audio complet separate. Însă, la momentul respectiv, singurele sisteme pe benzi recunoscute cu o calitate corespunzătoare pentru înregistrarea muzicală foloseau greoaiele benzi magnetice. Caseta audio era încă în perioada de fragedă pruncie.

Deși standardul Compact Disc permitea înregistrarea cuadrofonică reală cu patru canale egale (chiar cu înjumătățirea timpului de redare), a apărut prea târziu. În momentul introducerii pe piață a CD-urilor, sistemul cuadrofonic de consum era deja o problemă uitată. Mai rău este că sistemul cuadrofonic a păstrat stigmatul promisiunilor neonorate, alături de un scepticism față de origini. Mulți au suspectat faptul că industria stereo a introdus și promovat acest sistem numai pentru a vinde mai multe echipamente stereo într-un moment în care vânzările de hardware erau în stagnare. Datorită numelui rău famat, progresul înregistrat de tehnologia capabilă să lucreze cu astfel de sisteme nu a fost suficient pentru a le face să renască, iar sistemele moderne au evitat cu atenție orice asociere cu ele. Rețineți că nici o tehnologie nouă care pretinde că este „spațială“ nu folosește patru difuzoare.

## Sunete 3D

Afirmația că două canale de sunet sunt suficiente pentru două urechi este greu de contrazis. Cumva, cu doar două urechi, majoritatea oamenilor sunt capabili să recepționeze sunetele în trei dimensiuni; puteți spune nu numai dacă sursa unui zgomot se găsește în stânga sau în dreapta, ci și dacă este deasupra, dedesubt sau în altă parte. În mod normal, două urechi nu ar trebui să fie suficiente pentru audiție 3D, însă este evident că sunt. Înregistrarea și redarea binaurală nu ar fi funcționat.

Încă de la primele studii asupra sunetelor stereo, oamenii de știință au fost puși în încurcătură de această anomalie. Ei au descoperit că două urechi nu sunt suficiente. Urechile trebuie să fie cuplate la un calculator puternic – creierul uman. Creierul exploatează diferențele subtile dintre semnalele recepționate în fiecare ureche, diferențe determinate de forma neregulată a urechii umane (la unii mai neregulată decât la alții) și extrage suficiente informații nu numai pentru profunzime, ci și pentru înălțime și alți parametri.

După ce și-au dat seama cum pot deduce oamenii profunzimea din semnalele recepționate în cele două urechi, inginerii au trecut la muncă inversând procesul. Ei au observat că prin modificarea semnalului înainte de redare, pot adăuga indici care pot face ascultătorii să creadă că aud sunete în trei dimensiuni, chiar dacă acestea sunt redate prin două difuzoare.

## Sunete spațiale

Deși sunetele spațiale sunt o inovație relativ nouă pentru ascultarea la domiciliu, ele au precedat cu câteva decenii sistemele stereo pe două canale. Prima prezentare comercială a sunetului spațial a avut loc o dată cu lansarea în 1941 a filmului de desene animate

*Fantasia* al lui Walt Disney, care avea o pistă de sunet pe șase canale. Chiar dacă nu erau cunoscute ca „spațiale", formatele asemănătoare pe mai multe canale au devenit populare în producțiile cinematografice în timpul anilor '50, când producătorii de filme au încercat să combată reducerea audienței lor în favoarea micilor ecrane ale televizoarelor. Ei au extins deja imensele ecrane pentru filme cu Cinerama și Cinemascope și au dotat sălile de audiție cu șase sau mai multe canale de sunet. Chiar dacă aceste sisteme au fost clasificate formal „stereo", specialiștii din domeniu au început să denumească difuzoarele din părțile laterale și din spatele sălilor „spațiale" și, în scurt timp, tehnologia a devenit *de sunete spațiale*.

Deși „sunet spațial" nu implică obligatoriu un număr fix de canale, cel mai răspândit format a făcut ca standardul de bază să fie patru. În 1976, Dolby Laboratories a introdus sistemul de sunet stereo optic Dolby, care folosea reducerea zgomotului pentru a obține sunete de calitate ridicată din pistele de sunet optice. Până la acest sistem, cele mai multe filme cu sunete spațiale foloseau piste de sunet magnetice, o tehnologie care a mărit costul și complexitatea realizării filmelor. Pistele de sunet optice sunt imprimate în același mod ca imaginile. Pentru a potrivi patru canale în pista de sunet optică era necesară matrițarea, aceeași tehnică prin care sunetele cuadrofonice erau plasate pe discurile din vinil pentru fonograf.

Diferența dintre acest format de sunet spațial pe patru canale și sistemul cuadrofonic este dată de modul de aranjare a canalelor. Sistemul cuadrofonic folosește patru difuzoare egale plasate în colțurile spațiului de ascultare – un pătrat. Sistemul spațial folosește un aranjament în formă de romb, cu două difuzoare principale – unul în stânga, unul în dreapta –, un difuzor central și un difuzor în fundal. În afară de eficiența în producerea iluziei unui câmp de sunete care înconjoară complet, acest aranjament este mult mai potrivit tehnicii de matrițare, care combină patru canale în două. Videocasetele denumite „Dolby Surround" folosesc această tehnologie.

*Dolby Pro Logic* adaugă la aranjamentul de bază al sistemului spațial direcționarea semnalului. Aceasta înseamnă că este capabil să crească (sau să exagereze) efectul sunetului spațial prin modificarea alternativă a balansului între canale, ca răspuns la codificarea în semnalul inițial pe două canale. Atât Dolby Surround, cât și Dolby Pro Logic sunt tehnologii analogice, deși ultima folosește circuite logice digitale pentru controlul balansului între canale.

În discuțiile despre sunetele spațiale, aranjamentul difuzoarelor este adesea abreviat cu ceva care seamănă cu o fracție – două numere separate de un slash (/). Primul număr reprezintă difuzoarele din fața ascultătorului; ultimul număr, difuzoarele din spatele acestuia. În Tabelul 19.4 sunt prezentate cele mai întâlnite configurații de canale pentru sunete spațiale.

**Tabelul 19.4** Configurații de canale pentru sunete spațiale

| *Abreviere* | *Nume uzual* | *Difuzoare folosite* | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Față Stânga* | *Față Centru* | *Față Dreapta* | *Mijloc Stânga* | *Mijloc Dreapta* | *Spate Stânga* | *Spate Centru* | *Spate Dreapta* |
| 1/0 | Mono | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2/0 | Stereo | X | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| *Abreviere* | *Nume uzual* | *Difuzoare folosite* | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Față Stânga* | *Față Centru* | *Față Dreapta* | *Mijloc Stânga* | *Mijloc Dreapta* | *Spate Stânga* | *Spate Centru* | *Spate Dreapta* |
| 3/0 | Stereo cu canal central | X | X | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2/1 | Spațial cu trei canale | X | 0 | X | 0 | 0 | 0 | X | 0 |
| 2/2 | Cuadro-fonic | X | 0 | X | 0 | 0 | X | 0 | X |
| 3/2 | Spațial stan-dard | X | X | X | 0 | 0 | X | 0 | X |
| 5/2 | Spațial îmbună-tățit | X | X | X | X | X | X | 0 | X |

Abrevierile sunt complicate de o componentă zecimală adăugată uneori în contul canalelor, de exemplu 5.1 sau 7.1. Cifra zecimală indică o sursă suplimentară de sunet care nu ajunge să fie un canal complet din cauza lățimii de bandă limitate. Uneori, acest canal suplimentar este denumit *canal pentru efecte de frecvență joasă* (low-frequency effects sau LFE). Domeniul său de lucru este limitat la cel al frecvențelor joase ne-direcționale (sub 100-150 Hz), care ar putea fi folosite pentru difuzoarele de tip subwoofer. Aproape toate sistemele de sunete spațiale stil sală de cinema folosesc un canal LFE pentru a accentua exploziile și celelalte fenomene de impact, astfel încât componentele lor de joasă frecvență pot fi simțite la fel de real ca și când ar fi auzite.

## AC-3

Cunoscut mai bine sub numele Dolby Digital (Dolby Labs păstrează patentele asupra sistemului de codificare pentru percepție pe care îl folosește), AC-3 este un sistem de sunet cu 5.1 canale. Cu alte cuvinte, folosește cinci canale cu lățime de bandă completă (între 20 Hz și 20 kHz) împreună cu un canal de lățime de bandă redusă (între 20 Hz și 120 de Hz), dedicat efectelor de joasă frecvență. Difuzoarele pentru un sistem AC-3 complet operațional sunt dispuse în configurația 3/2 cu trei în față (stânga, centru, dreapta) și două în spate (stânga și dreapta). Difuzorul subwoofer poate fi plasat în orice locație convenabilă. AC-3 permite și alte configurații, incluzând mono simplu și stereo.

AC-3 este formatul standard de sunet al filmelor distribuite prin DVD, fiind aprobat în acest scop în decembrie 1995. În sistemul DVD, toate cele șase canale ale AC-3 sunt diferite, înregistrate separat și izolate între ele. Canalele cu lățime de bandă completă sunt codificate cu o rată de eșantionare de 48 kHz și o profunzime de 16 biți.

În modul obișnuit de operare, AC-3 comprimă datele audio brute corespunzătoare tuturor canalelor până la o rată de biți care poate varia de la 64 Kbps la 448 Kbps. De obicei, în formatul stereo rata de biți ajunge la 192 Kbps. În configurația 5.1 completă, rata de biți este în jurul valorii de 384 Kbps.

AC-3 este standardul de sunet pentru discurile video DVD realizate în sistem NTSC. În plus, a fost adoptat și ca sistem de sunet pentru standardul american de transmisiune

pentru televiziunea digitală (ATSC). Ca urmare, textul complet al standardului AC-3 este disponibil pe situl Web al ATSC, la adresa `www.atsc.org`.

### DTS

Digital Theater Systems, sau DTS, a început să fie folosit ca sistem privat pentru furnizarea de sunete spațiale digitale de cea mai bună calitate în cinematografe. Folosind același sistem de codificare și comprimare utilizat pentru aplicațiile profesionale, DTS a creat un format audio concurent pentru materialele produse de sursele digitale. Sistemul DTS este o opțiune atât pentru sistemele DVD audio, cât și pentru cele video. Chiar dacă aproape toate aparatele de redare DVD sunt lipsite de facilitatea de decodificare a semnalelor DTS, de obicei puteți să conectați un procesor auxiliar pentru prelucrarea lor.

La fel ca în cazul celor mai multe formate de sunet pentru DVD, sistemul DTS s-a afirmat ca o îmbunătățire pentru filme. Sistemul DTS profesional sincronizează un sistem de redare digital bazat pe CD cu proiectoarele de filme, folosind un cod temporal codificat împreună cu pistele de sunet convenționale ale filmului. Codul temporal permite sursei audio digitale să se cupleze cu exactitate la film, chiar după editarea sau repararea (tăierea și lipirea) acestuia.

În formatul DVD, fluxul de sunet DTS codifică până la 5.1 canale eșantionate la 48 KHz cu o profunzime de până la 20 de biți. Acest sistem permite toate combinațiile standard de canale, de la mono până la spațial 3/2 cu un canal LFE. Avantajul cel mai important al DTS este dat de utilizarea unui raport de comprimare mai mic (cam 4 la 1) decât Dolby Digital. Ca urmare, păstrează potențialul de distribuire a unor date audio de calitate mai ridicată, astfel că fluxul de biți poate avea o rată de date de la 64 la 1.536 Kbps.

### SDDS

Achiziționând Columbia Pictures, compania Sony a devenit un competitor important în afacerile cinematografice. Compania nu este activă numai în domeniul software, ci a dezvoltat un sistem spațial digital propriu denumit Sony Dynamic Digital Sound (SDDS). Bazat pe același sistem de comprimare folosit de vechiul sistem Minidisc, SDDS poate codifica până la opt canale într-un flux de 1.280 Kbps. În mod obișnuit, sistemul eșantionează 5.1 sau 7.1 canale la frecvența de 48 KHz cu o profunzime de 16 biți. SDDS este un format DVD opțional.

## Capturarea sunetelor

Dacă nu sunteți mulțumit de sunetele oferite de alții și nu doriți să vă complicați cu sintetizarea unor sunete proprii, vă puteți orienta către întreaga gamă de zgomote deja disponibile care nu sunt în format compatibil cu PC-ul. Poate aveți un teanc de discuri vechi de vinil pe care doriți să le transferați pe CD, poate doriți să transferați un fragment de pe un CD într-un fișier MP3 pentru o audiție mai clară pe PC-ul portabil sau poate doriți să capturați o secvență de sunete dintr-un program sau film de televiziune pentru a da o notă aparte răspunsurilor altfel monotone ale PC-ului dumneavoastră. Echipat cu o placă de sunet modernă și un program software corespunzător, PC-ul poate să captureze cu adevărat orice sursă audio de care dispuneți pentru orice problemă pe care doriți să o rezolvați.

La fel ca în majoritatea situațiilor privitoare la calculatoare, aveți la dispoziție mai multe metode de capturare a sunetelor. Puteți să transferați direct date digitale de pe CD, puteți să digitizați date analogice din surse audio convenționale sau puteți să realizați înregistrări originale. Fiecare tehnică are propria metodologie și produce rezultate diferite.

## Extragerea informațiilor audio digitale de pe CD

Deoarece compact-discurile audio conțin deja informații audio digitale, vă gândiți probabil că operația de capturare a datelor ar putea fi ușoară. De fapt, PC-ul dumneavoastră poate să utilizeze unitatea de CD internă pentru a prelua datele de care are nevoie pentru configurarea programelor. Însă problemele nu sunt chiar așa de simple. Așa cum am specificat în Capitolul 12, „Compact-discurile", formatul prevăzut în Cartea roșie (Red Book) pentru CD-urile audio este mult diferit de standardul din Cartea galbenă (Yellow Book) folosit de CD-urile de date digitale. Diferențele se extind și la operațiile de formatare și corectare a erorilor. Urechile dumneavoastră acceptă erorile audio mult mai ușor decât tolerează sistemele digitale erorile din cod. Chiar dacă dumneavoastră nu sesizați o eroare de date atunci când ascultați un CD, fluxul de date poate conține erori care vor face ca circuitele digitale să nu mai lucreze normal. Dacă PC-ul nu poate să detecteze erorile audio, ele vor fi codificate cu fidelitate ca date digitale în formatul corect, însă cu valori eronate. Erorile audio întâmplătoare devin parte permanentă a datelor – și a fragmentului audio codificat digital pe care îl ascultați.

Capacitatea unui CD de a distribui date audio în format digital către PC-ul dumneavoastră se numește *extracție audio digitală*. Procesul are nevoie de un program software special, care este numit *extractor de date de pe CD* (CD ripper). În mod similar, procesul este numit deseori *extragerea datelor audio de pe CD* (CD ripping).

Unitățile de CD diferă mult în ceea ce privește capacitatea de a oferi date audio pure. Cele mai multe dintre primele unități de acest tip nu puteau extrage cu fidelitate datele audio. Ele sunt incapabile să încadreze datele audio în formatul digital, ceea ce duce la denaturări. În plan auditiv, rezultatul este distorsiunea datelor digitale audio, cel mai des sub forma unor pocnete puternice care se repetă pe parcursul unui transfer, de genul zgomotelor care s-ar auzi dacă cineva ar da cu glaspapir peste albumul dumneavoastră favorit.

Calitatea extracției audio digitale depinde în principal de unitatea de CD pe care o utilizați. Unitățile de CD din prima generație, bazate pe ATAPI, sunt de obicei slabe pentru această operație. Primele unități SCSI se comportă mult mai bine, iar unitățile ATAPI moderne realizează în mod obișnuit transferuri de bună calitate.

Tehnica de extragere a datelor de pe CD este rapidă. Cu un microprocesor puternic, PC-ul dumneavoastră va prelua informații de pe CD-uri la cea mai mare viteză permisă de unitatea corespunzătoare. Cu alte cuvinte, puteți să extrageți fișiere de pe CD într-o perioadă de timp situată între 1/6 și 1/32 din durata redării fragmentului respectiv.

## Capturarea analogică

Alternativa la extragerea datelor audio digitale este capturarea informațiilor audio în format analogic și convertirea lor în format digital. Toate plăcile de sunet includ circuite convertor analogic-digital care execută această operație, care nu este cu mult diferită de eșantionarea audio obișnuită. Nu trebuie decât să asigurați plăcii de sunet sursa analogică și să specificați parametrii de eșantionare – rata de biți și profunzimea în biți.

### CD-ul intern

Dacă materialul sursă de care dispuneți este un CD, puteți să folosiți unitatea de CD internă a PC-ului pentru capturarea analogică, chiar dacă aceasta nu este capabilă să efectueze extracția audio digitală. Utilizați aplicația software de mixare primită împreună cu placa de sunet pentru a specifica unitatea de CD ca sursă și anulați celelalte surse. Placa de sunet nu va mai eșantiona decât datele audio de pe CD.

Calitatea pe care o obțineți aplicând capturarea analogică este mai slabă decât cea obținută în cazul extracției directe. Eșantioanele vor selecta toate zgomotele și distorsiunile prezente în circuitele analogice ale plăcii de sunet, care pot fi destul de numeroase. De exemplu, chiar dacă nivelul de zgomot al datelor audio de pe CD este cu aproximativ 96 dB mai mic decât nivelul de vârf, trecerea prin setul de circuite audio analogice ale unității de CD și plăcii de sunet poate crește zgomotul până la numai 60-70 dB sub nivelul de vârf. Acest nivel de zgomot este adesea nesupărător și poate fi superior calitativ datelor audio extrase de pe o unitate de CD mai puțin bună, care sunt pline de pocnituri și trosnituri. De fapt, acest nivel de zgomot este comparabil cu recepția optimă prin radio FM. Dacă sunteți mai tipicar, puteți să eliminați cele mai multe zgomote cu ajutorul funcțiilor digitale de reducere a zgomotelor disponibile în unele programe de editare a datelor audio.

Un alt dezavantaj al capturării analogice de date audio de pe CD este viteza. Capturarea analogică este un proces în timp real. Eșantionarea unui fragment de pe un CD va solicita în mod sigur timpul normal de redare a fragmentului respectiv. În plus, puteți fi nevoit să editați datele capturate și să eliminați tăcerea de la începutul și sfârșitul fragmentului.

**Componentele externe**

Mai puteți să capturați sunete de la componente externe folosind intrarea auxiliară pusă la dispoziție de cele mai multe plăci de sunet (însă nu de toate). Intrarea auxiliară funcționează exact ca intrarea unui casetofon. Semnalele audio pe care le introduceți sunt dirijate prin funcția de mixare a plăcii de sunet către convertorul analogic-digital în vederea eșantionării. După digitizare, puteți folosi datele audio la fel ca pe cele extrase de pe CD.

Puteți să conectați un CD player extern direct în intrarea auxiliară a plăcii de sunet. Și mai bine ar fi să conectați ieșirile de înregistrare ale receptorului la intrarea auxiliară a plăcii de sunet și să utilizați PC-ul ca și când ar fi un aparat de înregistrarea casetelor, folosind receptorul pentru selectarea sursei audio externe pe care doriți să o înregistrați.

Programul software de mixare distribuit împreună cu cele mai multe plăci de sunet posedă și o intrare MIDI care vă permite să convertiți fișiere MIDI – atât cele pe care le creați, cât și cele pe care le obțineți prin alte metode – în fișiere audio digitale pe care le puteți asculta la fel ca pe orice alt fișier de muzică. Puteți să realizați înregistrări selectând sursa MIDI și folosind o aplicație software de înregistrare a sunetelor. Rețineți însă că cele mai multe plăci de sunet folosesc propriile circuite MIDI pentru sintetizarea sunetelor, astfel că vocile muzicale pe care le obțineți prin înregistrări MIDI sunt determinate de capacitățile și particularitățile plăcii de sunet.

**Intrările pentru microfoane**

Cea mai puțin performantă metodă de capturare a datelor audio de pe un CD este introducerea unui microfon în partea din față a unui difuzor. În acest caz, calitatea nu suferă doar umilința conversiei din format digital în format analogic, ci și limitări substanțiale, atât ale difuzorului, cât și ale microfonului. Ați putea la fel de bine să ascultați un CD pus de un prieten cu care vorbiți la telefon.

Microfoanele reprezintă singura cale de capturare a sunetelor în direct, chiar dacă este vorba de un discurs personal sau de o formație care infestează garajul cu zgomote pe care nici o cantitate de insecticid nu le poate opri. Cele mai multe plăci de sunet au intrări pentru microfoane care vă permit să le conectați direct și să începeți înregistrarea prin simpla selectare a sursei microfon (sau mic) în programul de mixare al plăcii de sunet.

Acestea fiind spuse, ar trebui să fiți atent la următorul aspect: cele mai multe intrări de microfoane de pe plăcile de sunet sunt proiectate în special pentru discursuri. Chiar dacă sunt capabile să accepte o gamă largă de frecvențe, au un nivel ridicat de zgomot, pentru că circuitele lor proprii sunt plasate printre circuitele electronice zgomotoase ale calculatorului dumneavoastră. Puteți să obțineți înregistrări de calitate mai bună folosind un preamplificator extern pentru microfon, cum ar fi cel dintr-o platformă (sau „placă") de mixare.

Rețineți că cele mai multe intrări de microfoane de pe plăcile de sunet sunt stereofonice și folosesc jackuri stereo cu trei conexiuni – vârf, inel și manșon. În mod normal, un singur microfon mono cu un conector miniatural standard (vârf și inel) nu va funcționa cu aceste intrări. Adaptoarele vă permit într-adevăr să folosiți un singur microfon cu o intrare stereo sau să combinați semnalele de la două microfoane într-un conector unic pentru a se potrivi pe placa dumneavoastră de sunet. Microfoanele moderne proiectate pentru PC-uri sunt echipate uzual cu conectoare stereo compatibile cu intrările plăcilor de sunet.

### Probleme juridice

Înregistrările comerciale – în general, aceasta înseamnă toate CD-urile pe care le-ați cumpărat – sunt protejate prin legile de copyright. Este recomandat să nu distribuiți informații pe care le-ați capturat sau eșantionat de pe Internet. De asemenea, este recomandat să nu folosiți într-un produs materiale (de exemplu, o expunere de diapozitive, un clip video sau un sunet simplu pentru fundal) fără permisiunea deținătorului de copyright. Este recomandat să nu vindeți copii ale datelor digitizate de pe o sursă protejată prin lege, cum ar fi un CD.

Puteți să copiați un CD pe care l-ați cumpărat într-un fișier MP3 în scopuri personale, de exemplu pentru a realiza un fișier MP3 pe care îl puteți asculta cu un program de redare portabil (cum este Rio MP3 al companiei Diamond Multimedia). Legile de copyright actuale vă permit să faceți o singură copie a unui produs software protejat pe care l-ați cumpărat. Nu este nici o deosebire între a face o copie a unui disc sau a unei casete pe care o ascultați în mașină. (Deși există persoane care contestă dreptul de a realiza aceste copii, cât timp realizați o singură copie pentru utilizare în scop personal nu trebuie să vă faceți probleme că vă treziți la ușă cu poliția care urmărește respectarea acestei legi). Pe de altă parte, este atât ilegal, cât și imoral să copiați melodii de pe discuri pe care le-ați împrumutat de la un prieten sau de la bibliotecă.

## Hardware

Funcția componentelor audio din PC-ul dumneavoastră este să controleze variațiile de presiune din aer, determinând sunetele pe care le puteți auzi să vă alarmeze, să vă distreze sau să vă uimească. Calculatoarele personale au fost prevăzute chiar de la început cu componente audio. Însă în primele variante de PC-uri, la fel ca la începutul vieții pe Pământ, lucrurile erau primitive, fiind echivalente audio ale picăturilor amoebice care se mișcau prin masele de lichid gelatinos și negru. Având inițial performanțe modeste, sistemele acustice din calculatoarele personale au evoluat până la nivelul unora dintre cele mai bune și mai ezoterice sisteme stereo.

Din punctul de vedere al unui calculator, sunetul este ceva cu totul străin. Într-adevăr, în timp ce calculatorul operează cu noțiuni logice, imateriale, sunetul implică o modificare materială – în aer. Imaginile video sunt mult mai asemănătoare componentelor electronice ale calculatoarelor; cel puțin fotonii pe care îi vedeți sunt de natură

electromagnetică. Sunetul este pur mecanic și această situație îngreunează sarcina calculatorului de a lucra cu el. Pentru a face posibilă audiția unor sunete, calculatorul trebuie să efectueze o operație mecanică. Are nevoie de un traductor, un dispozitiv care transmite energie de la un sistem la altul – de la calculatorul electronic în lumea cinetică a sunetelor.

## Sistemul acustic de bază

Deși capacitățile audio ale unor PC-uri rivalizează cu cele mai bune sisteme stereo, nu există foarte multe elemente comune. Sistemul acustic de bază care se găsește în aproape toate calculatoarele personale păstrează același model simplu pe care firma IBM l-a introdus în primul său PC.

Pentru a nu fi răi, să spunem doar că sistemul acustic de bază al PC-ului nu a fost proiectat pentru fidelitate ridicată. De fapt, el a fost gândit ca o sonerie. Scopul său era să genereze sunete clare (chiar dacă erau și stridente), care să vă avertizeze asupra evenimentelor care aveau loc în PC (de exemplu, codurile sonore utilizate de BIOS). Oricum, în 1981, calculatoarele nu cântau muzică de operă.

Sistemul acustic de bază are trei elemente componente: un generator de tonuri, un amplificator și un difuzor – toate trei trebuie considerate rudimentare, deoarece nu mai există altceva sub acest nivel. Când cele trei componente lucrau împreună, puteați face ca PC-ul dumneavoastră să emită semnale sonore la fel de simplu cum apăsați combinația de taste Ctrl+I. Frecvența și amplitudinea sunetului au fost calculate de inginerii de la IBM. Oricum, ați fi fost încântat să obțineți un sunet, oricare ar fi fost el.

Programatorii inteligenți au descoperit rapid că sunetul putea fi modificat cu multă ușurință și că puteau fi redate chiar piese muzicale simple folosind datele respective. Pe măsură ce programatorii au căpătat experiență, au aflat că puteau modula sistemul acustic și puteau să facă PC-ul să cânte. Folosind doar echipamentul standard, puteți să faceți calculatorul să emită sunete surprinzător de bune doar prin adăugarea driverului corect în sistemul Windows.

### Generatorul de tonuri

Circuitul de bază folosit pentru generarea sunetelor este oscilatorul, același ca și ceasul care generează frecvența de operare a microprocesorului din PC-ul dumneavoastră. Singura diferență este că generatorul de tonuri operează la frecvențe mai joase, cele aflate în domeniul auditiv al omului (după ce sunt transformate în sunete).

Proiectanții primului calculator personal au folosit ca oscilator unul din canalele circuitului integrat tip 8253 sau 8254-2 (un contor de timp). PC-urile moderne integrează aceleași funcții în seturile de cipuri.

Indiferent de implementare, circuitele au același mod de funcționare. Contorul de timp generează un tren de impulsuri prin activarea și dezactivarea periodică a unei tensiuni. Periodicitatea acestor cicluri determină frecvența tonului produs de circuit.

Cipul contorului de timp din PC primește o frecvență fixă de 1,19 MHz, controlată de un cristal, și o divide în gama de frecvențe audio. Un registru din contorul de timp memorează un divizor pe 16 biți a cărui valoare este folosită de contor pentru reducerea frecvenței oscilatorului. Prin încărcarea în registrul divizor a celei mai mari valori posibile (65.535), este generat cel mai jos sunet pe care îl poate produce un sistem acustic

dintr-un PC, cam 18 Hz, destul de mic pentru a depăși limitele gamei auditive umane pe care le poate reproduce difuzorul PC-ului. Valorile mai mari de 64 ale divizorului produc sunete peste limita maximă a domeniului auditiv uman.

Pentru a folosi contorul de timp în scopul generării de sunete într-un PC, trebuie să efectuați câteva operații pregătitoare: prima este configurarea cipului contor/oscilator prin scrierea valorii 0B6(Hex) în portul de control al circuitului, la adresa de port I/O 043(Hex). Urmează încărcarea valorii divizorului de frecvență pentru generatorul de sunete al PC-ului la adresa de port I/O 042(Hex). Portul (care este pe 8 biți) așteaptă o secvență de doi octeți de date, cu cel mai puțin semnificativ octet pe prima poziție.

Datorită arhitecturii circuitelor din PC, aceste sunete sunt produse sub formă de unde rectangulare, ceea ce înseamnă că ele nu sunt sunete pure, dar sunt bogate în armonice. Din punct de vedere muzical, aceste sunete sunt iritante – este exact ceea ce folosește un doctor (sau un inginer) pentru sunetele de avertizare.

Sistemul acustic de bază dintr-un calculator personal a fost proiectat în scopul producerii pe o perioadă scurtă a unor sunete cu frecvența stabilită de valoarea divizorului. Aceste perioade sunt definite prin închiderea sau deschiderea ieșirii oscilatorului.

Pentru a deschide difuzorul, activați bitul 0 al registrului la portul I/O 061(Hex). Resetarea acestui bit la valoarea 0 produce închiderea difuzorului (trebuie să fiți foarte atent când lucrați cu biții din acest registru; între ei se află și biții care controlează tastatura).

În acest mod de operare de bază, dinamica semnalului este limitată. Valoarea de ieșire a cipului contor de timp/oscilator este stabilită la un nivel constant (nivelul standard de semnal digital), astfel încât nivelul de sunet produs de difuzor nu variază. Toate sunetele produse de placa de bază a PC-ului au același nivel al semnalului. Unele tonuri generate de contorul de timp al PC-ului se aud mai puternic decât celelalte în primul rând pentru că sunt mai puțin plăcute pentru ureche. Ele sunt create chiar prin combinația de frecvențe care interacționează cu partea din creierul dumneavoastră care se ocupă cu estetica. Asta este tot ce și-au propus să facă. Dacă ascultați destul de des aceste sunete, veți fi de acord cu afirmația că proiectanții PC-ului au creat sunetele care „zgârie“ urechea după ce au visat urât noaptea.

Folosind tehnica numită *modulare în durată a impulsurilor (pulse width modulation*), programatorii au descoperit că pot utiliza chiar și acest sistem primitiv de control pentru a dinamiza sunetele generate. Pentru a codifica intensitatea unui semnal analogic echivalent, modularea în durată a impulsurilor folosește ciclul de lucru al unui semnal de înaltă frecvență împreună cu un filtru trece-jos. Intensitatea unui sunet corespunde cu lungimea unui impuls de semnal al unei unde purtătoare de frecvență înaltă. Un sunet mai slab corespunde unui impuls scurt, în timp ce sunetele puternice sunt unde rectangulare de putere maximă. Filtrul trece-jos elimină frecvența înaltă a purtătoarei din semnal și lasă un semnal audio de tărie variabilă (semnalul modulator).

## Amplificatorul

Ieșirea unui circuit generator de tonuri este prea slabă pentru a fi redată de difuzor la un nivel audibil. Cipul nu suportă pur și simplu o încărcare prea mare. Metoda standard de creștere a tăriei semnalului este utilizarea unui amplificator. Sistemul acustic de bază al unui PC folosește un amplificator operațional simplu. Sistemele moderne încorporează acest circuit în setul de cipuri fundamental de pe placa de bază. Oricum, chiar și cu ajutorul amplificării, valoarea semnalului se ridică la 100-200 de miliwați, un nivel insuficient pentru a ridica în picioare o sală de concerte.

Modelul standard de PC mai include între mecanismul de excitare și difuzor un filtru trece-jos și un rezistor limitator de curent. Filtrul trece-jos elimină frecvențele care depășesc domeniul auditiv uman (dar și unele frecvențe din gamele superioare pe care probabil le-ați putea auzi). Calculatoarele personale folosesc deseori frecvențe înalte pentru a produce sunete audibile, iar rolul filtrului trece-jos este de a preveni strecurarea unor astfel de sunete în difuzor. Cu alte cuvinte, rotunjește sunetele.

În serie cu difuzorul se leagă un rezistor (având de obicei valoarea de 33 de ohmi) care împiedică difuzorul intern al PC-ului să genereze prea mult curent și să supraîncarce circuitul mecanismului de excitare. De asemenea, rezistorul are și rolul de a micșora volumul sunetului emis de difuzor prin absorbirea unei părți din putere în procesul de limitare a curentului. Deși unii producători șuntează acest rezistor pentru a face ca PC-urile lor să emită sunete mai puternice, această modificare nu este recomandată deoarece există riscul de a distruge circuitul mecanismului de excitare.

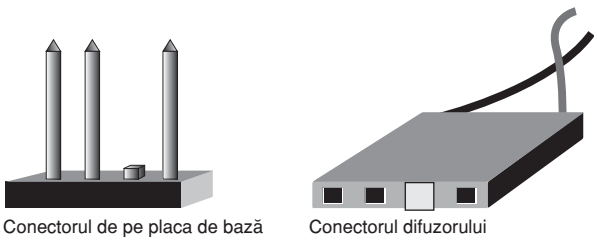
## Difuzorul

Obiectul care emite sunetele în sistemul acustic fundamental al unui PC este un difuzor dinamic mic, de doi sau trei inci. Pentru majoritatea proiectanților de calculatoare personale, difuzorul intern provoacă obligatoriu dureri de cap. Indiferent cât de greu le este, ei trebuie să plaseze un astfel de obiect în interiorul PC-ului. De obicei, difuzorul este instalat ca și cum cineva și-ar fi adus aminte de el în ultima clipă. În definitiv, nu trebuie decât să îl auziți. Nu este obligatoriu să îl auziți bine.

Deoarece proiectanții de PC-uri nu fac nici un efort pentru optimizarea calității sunetului emis de difuzorul de bază, acesta este unul fără pretenții. Dimensiunea mică și acustica din interiorul carcasei îl împiedică să genereze sunete de frecvențe joase. Forma și modul de montare fizică îi limitează domeniul de frecvențe înalte. În afară de înlocuirea difuzorului cu altceva de calitate mai bună, nu puteți face nimic pentru a depăși aceste limite.

În cele mai multe PC-uri, difuzorul se conectează la placa de bază cu ajutorul unui cablu simplu bifilar torsadat, de lungime mică. De obicei, dar nu întotdeauna, placa de bază include un conector cu patru pini pentru difuzor. În multe calculatoare personale, unul dintre pini este eliminat pentru a codifica polaritatea conectorului pentru difuzor. Orificiul corespunzător pinului tăiat din conectorul cablului de difuzor este blocat. Doar doi din cei patru pini ai conectorului de pe placa de bază sunt activi, cei de la margini. Pinul (sau pinii) din centru nu sunt conectați la nimic. În Figura 19.2 sunt prezentate aceste conectoare.

**FIGURA 19.2**
*Conectoarele de bază pentru difuzorul unui PC.*




În cele mai multe PC-uri, difuzorul este flotant din punct de vedere electric. Nici unul dintre terminalele sale nu este conectat la carcasă sau la alte cabluri din PC, ci doar la circuitul la care este lipit. Când difuzorul este flotant electric, polaritatea conexiunii nu contează, deci codificarea conectorului nu mai are nici un rost. Cu alte cuvinte, în cazul în care conectorul difuzorului nu este marcat – dacă toți cei patru pini există în conectorul de pe placa de bază și nici unul dintre orificiile din conectorul difuzorului nu este blocat – nu trebuie să fiți îngrijorat. Difuzorul va lucra corect indiferent de modul de introducere a conectorului.

### Driverele

În afară de situațiile în care emite sunete pentru a indica erori, sistemul acustic de bază dintr-un PC are o viață lipsită de activitate. Dacă este lăsat de capul lui, ar putea rămâne inactiv pe toată durata utilizării calculatorului. Însă aplicațiile au posibilitatea de a controla direct componentele hardware și de a folosi astfel sistemul acustic fundamental pentru a produce efecte audio. De exemplu, convertoarele text-vorbire pot utiliza acest sistem cu tehnici de modulare în durată/lungime a impulsurilor în scopul simulării vocii umane.

În toate versiunile de Windows sunt folosite doar funcțiile native generatoare de sunete ale sistemului acustic fundamental, deci tot avertizările sonore. Firma Microsoft și alți producători au realizat drivere pentru difuzoare care permit sistemului acustic de bază încorporat într-un PC să producă și efecte audio mai sofisticate, cum ar fi fragmentul de sunet Windows redat la pornirea sistemului de operare. Aceste drivere vă permit să lucrați doar cu fișiere de tip .WAV. Ele nu au posibilitatea de a sintetiza sunete, deci nu pot prelucra fișiere MIDI și nici nu pot fi utilizate în toate jocurile existente.

Prototipul acestor drivere a fost denumit *Windows Speaker Driver* și a fost dezvoltat de firma Microsoft numai pentru versiunea Windows 3.1. Driverul pentru difuzor nu a fost actualizat și pentru versiunile mai noi ale sistemului Windows. De fapt, istoria acestui driver este ceva mai complicată – el a fost inclus în versiunea beta a sistemului Windows 3.1, dar nu și în versiunea finală. În timpul dezvoltării sistemului Windows 3.1, Microsoft a descoperit că acest driver nu este compatibil cu anumite programe. Pentru a evita durerile de cap provocate de asigurarea suportului, firma a preferat să nu includă driverul în pachetul de bază Windows 3.1. Driverul este inclus în biblioteca de drivere Microsoft (*Microsoft Driver Library)*, iar firma Microsoft oferă licență producătorilor de software pentru includerea bibliotecii în aplicațiile lor. Driverul este deci disponibil și din alte surse, cum sunt multe alte programe similare.

Aceste drivere vor opera fără nici o problemă și sub sistemul Windows 95, deși Microsoft nu oferă un suport clar pentru o astfel de operație. Dacă le folosiți pentru simple bipuri, aceste programe vor genera sunete satisfăcătoare. Totuși, ele nu pot substitui un sistem acustic real, bazat pe o placă de sunet.

## Plăcile de sunet

Este clar că sistemul acustic de bază din PC-uri nu mai este adecvat pentru cerințele noii tehnologii multimedia. Pentru a obține ceva mai bun sunt necesare circuite suplimentare. În mod normal, toate componentele electronice necesare sunt împachetate pe o singură cartelă de extensie, denumită *placă de sunet (sound board*). Un sistem acustic de calitate mai ridicată a devenit atât de necesar în PC-urile moderne, încât aproape toate calculatoarele notebook includ pe plăcile de bază circuitele unei plăci de sunet. De asemenea, multe dintre noile PC-uri desktop și plăcile de bază înlocuitoare includ toate funcțiile unei plăci de sunet ca parte integrantă a modelelor lor. Poziția fizică a circuitelor nu este relevantă pentru funcția pe care o au. Ele sunt echivalente, atât din punct de vedere electric, cât și logic.

Pentru a face față cerințelor programelor software multimedia și nevoilor auzului uman, placa de sunet trebuie să asigure cu ajutorul propriilor caracteristici hardware câteva funcții referitoare la componenta audio. Cea mai importantă operație este conversia datelor audio digitale în format analogic, format pe care difuzoarele îl pot transforma în sunete audibile utilizând un convertor digital-analogic. În plus, cele mai multe plăci de sunet eșantionează sau înregistrează sunete pentru redarea ulterioară cu ajutorul unui

convertor analogic-digital încorporat. Aceste plăci creează sunete și independent folosind un sintetizator intern. De asemenea, plăcile de sunet includ circuite de mixare, care combină date audio de la toate sursele disponibile PC-ului dumneavoastră – în mod obișnuit, microfonul, apoi ieșirea convertorului digital-analogic de pe placa de sunet (care combină el însuși sintetizatorul, fișiere WAV citite de pe disc și alte surse digitale), ieșirea audio analogică a unității de CD din PC și o intrare auxiliară, care poate fi orice sursă audio disponibilă. În final, placa de sunet include un amplificator care preia acest amestec de date audio și îl amplifică la volumul dorit.

Plăcile de sunet pot include și funcții suplimentare, una dintre ele (interfața MIDI) fiind solicitată de diferite specificații multimedia pentru PC. Această conexiune auxiliară vă permite legarea calculatorului la instrumentele muzicale electronice, de exemplu permițând PC-ului să lucreze ca secvențiator sau, privind invers, vă permite conectarea unei claviaturi pentru a controla sintetizatorul plăcii de sunet. Unii fabricanți de plăci de sunet vor ca produsele lor să includă toate modernizările multimedia pe o singură placă și de aceea includ pe plăcile de sunet chiar interfețe pentru unități de CD.

Plăcile de sunet pot fi clasificate în funcție de mai multe criterii. Cel mai important criteriu îl constituie cei trei C ai plăcilor de sunet: compatibilitatea, conectivitatea și calitatea. Compatibilitatea se referă la produsele software cu care poate lucra o placă de sunet. Conectivitatea plăcii definește dispozitivele care pot fi cuplate la ea, de obicei dispozitive MIDI și CD. Calitatea determină cât de satisfăcut este un utilizator de rezultatele plăcii, mai precis dacă este încântat sau nemulțumit de ce îi oferă opțiunea multimedia.

## Compatibilitatea

În general, compatibilitatea este cel mai important criteriu de apreciere, deoarece în cazul în care programul software nu poate scoate nici un sunet de la placa de sunet, nu auziți nimic, indiferent ce dispozitiv conectați sau cât este de ridicat nivelul de prelucrare a datelor audio permis de placă. Compatibilitatea este analizată din două puncte de vedere: hardware și software. Mai clar, vă puteți gândi la aceste două niveluri ca la compatibilitate DOS și Windows (sau jocuri și Windows, dacă numele DOS vă este total necunoscut).

Pentru cei mai mulți utilizatori, compatibilitatea e dată de calitățile sintetizatorului de pe placa de sunet. Pentru ca jocurile dumneavoastră să producă sunetele corespunzătoare, trebuie să transmită cu exactitate plăcii de sunet ce și când să facă, cum să zbiere și să bubuie. Programul software trebuie să cunoască ce porturi să folosească pentru a accesa funcțiile plăcii de sunet. Pentru a rula jocuri la nivel DOS (și mai jos), multe dintre aceste caracteristici trebuie să fie configurate la nivel hardware, deși aceasta nu vă scutește de instalarea unui driver. La nivelul de compatibilitate Windows, driverul determină compatibilitatea. Nivelul de compatibilitate DOS este mult mai strict. Acesta este și nivelul necesar în cazul în care doriți să rulați toate jocurile posibile pe PC.

Cele mai multe jocuri, precum și alte produse software, trebuie să respecte două dintre standardele *de facto* din domeniu, Ad Lib și SoundBlaster. În afară de acestea, unele jocuri solicită și caracteristici ale unor plăci de sunet specifice.

### Ad Lib

Nivelul de bază al compatibilității hardware necesare pentru jocurile DOS este dat de standardul *Ad Lib*, care este producătorul uneia dintre primele plăci de sunet care a avut succes în acest domeniu. Deoarece firma a acaparat rapid cea mai mare parte dintre utilizatori încă înainte ca jocurile cu fond sonor să fie răspândite, mulți realizatori de

jocuri au scris programele astfel încât să folosească la maximum avantajele caracteristicilor hardware specifice plăcii Ad Lib. Chiar și cele mai noi standarde hardware pentru plăcile de sunet, Audio Codec '97, necesită compatibilitatea cu standardul de bază Ad Lib.

**SoundBlaster**

O altă firmă, Creative Labs, s-a afirmat în afacerile cu plăci de sunet construind astfel de componente pe baza standardului Ad Lib. Produsul *SoundBlaster* s-a afirmat rapid pe piața de componente audio ca fiind un superset al standardului Ad Lib; respecta toate caracteristicile Ad Lib, dar avea și multe funcții suplimentare. SoundBlaster a format rapid o imensă piață comercială și a creat standardul pentru sintetizarea sunetelor în jocuri. Deoarece programatorii au folosit direct regiștrii hardware ai plăcii SoundBlaster pentru a crea sunetele dorite, aveți nevoie de o placă de sunet compatibilă hardware cu SoundBlaster pentru a rula cea mai mare parte dintre jocuri și pentru a obține sunetele corespunzătoare. Au fost produse mai multe variante de plăci SoundBlaster; nivelul minim de compatibilitate cerut în prezent este SoundBlaster versiunea 1.5.

Pentru a-și produce gama de sunete sintetizate, SoundBlaster utilizează un circuit integrat specializat, Yamaha YM3812. Acest cip are un singur canal de ieșire, astfel încât poate produce doar sunete în format mono, chiar și când este instalat pe o placă de sunet care are celelalte componente de tip stereo. Pentru a produce semnale stereo, unele plăci de sunet folosesc două cipuri de acest tip. Cipul YM3812 conține un repertoriu fix de unsprezece voci, șase instrumentale și cinci pentru ritm.

Plăcile de sunet mai bune includ un alt cip de sintetizare FM, mai nou, care a devenit cunoscut datorită calităților sale: Yamaha YMF262 sau OPL3. Acest cicuit integrat produce mai multe voci – 20 – și folosește pentru operația de sinteză algoritmi ceva mai sofisticați. De asemenea, poate scoate la ieșire semnale în format stereo complet. Datorită faptului că este compatibil cu circuitele mai vechi, plăcile de sunet care îl folosesc obțin atât avantajul unei sintetizări mai bune, cât și compatibilitatea cu standardul SoundBlaster.

Gradul de compatibilitate cu standardul SoundBlaster este critic în cazul calculatoarelor personale portabile, deoarece componenta hardware necesară pentru SoundBlaster nu este compatibilă cu standardul PC Card. Forma curentă de magistrală PC Card (versiunea 2.1) nu include toate semnalele necesare pentru interfața SoundBlaster; de exemplu, deși plăcile de sunet bazate pe PC Card pot aproxima într-o oarecare măsură compatibilitatea reală SoundBlaster, ele nu pot crea fondul sonor al jocului DOOM. Pentru evitarea acestei probleme, mulți producători de calculatoare notebook adaugă cipurile SoundBlaster direct pe plăcile de bază, astfel că nu mai este nevoie să utilizați PC Card.

Interfața SoundBlaster operează transferând date prin două porturi de control, un port de adresă/stare localizat la adresa 0388(Hex) și un port de scriere date la adresa 0389(Hex). Aceste porturi sunt folosite pentru a accesa cei 244 de regiștri interni ai plăcii SoundBlaster. De asemenea, interfața mai conține patru porturi pentru difuzoare, cu adrese care variază în funcție de adresa de bază atribuită plăcii. În mod prestabilit, porturile de date pentru difuzorul din stânga sunt 0220(Hex) și 0221(Hex), iar pentru difuzorul din dreapta 0222(Hex) și 0223(Hex). Puteți să obțineți un fond muzical trimițând date direct la aceste porturi. Însă cele mai multe programe de nivel hardware trimit apeluri de funcții prin driverul software al plăcii SoundBlaster, care folosește o întrerupere software pentru a permite accesul la funcțiile sale.

Pentru a activa o funcție a plăcii SoundBlaster, încărcați valoarea corespunzătoare cerută de apelul de funcție dat în regiștrii respectivi ai microprocesorului PC-ului și apoi folosiți întreruperea software stabilită. Funcția care trebuie apelată este plasată în registrul BX al microprocesorului; jumătatea codificată BH din registru indică una dintre cele cinci funcții principale folosite de un driver individual (control, sinteză FM, voce de pe disc, voce din memorie sau MIDI), în timp ce registrul BL indică exact operația care trebuie efectuată. În Tabelul 19.5 sunt prezentate pe scurt aceste funcții.

**Tabelul 19.5** Apelurile de funcții SoundBlaster

| *Numele funcției* | *Valorile de configurare pentru regiștri* | | | *Comentarii suplimentare* |
|---|---|---|---|---|
| | *BH* | *BL* | *CX* | |
| Preia numărul de versiune SBSIM[1] | 0 | 0 | Nefolosit | La ieșire, AH=numărul maxim de versiune; AL=numărul minim de versiune |
| Interogare drivere | 0 | 1 | Nefolosit | La ieșire, biții registrului AX afișează driverele folosite; bitul 0=FM; bitul 1=voce de pe disc; bitul 2=voce din memorie; bitul 3=control; bitul 4=MIDI |
| Încarcă fișier în memoria extinsă | 0 | 16 | Nefolosit | AX indică tipul de fișier (0=fișier VOC); CX, manipulatorul SBSIM care trebuie folosit ; DS:DX indică numele fișierului |
| Eliberează memoria extinsă | 0 | 19 | Nefolosit | AX indică manipulatorul SBSIM al fișierului care trebuie șters din memorie |
| Deschide sursa de sunet FM | 1 | 0 | 0 | AX indică manipulatorul SBSIM de fișier |
| Redă sunetul FM | 1 | 1 | 0 | |
| Oprește sunetul FM | 1 | 2 | 0 | |
| Oprește temporar sunetul FM | 1 | 3 | 0 | |
| Reîncepe redarea sunetului FM | 1 | 4 | 0 | |
| Citește starea sursei de sunet FM | 1 | 5 | 0 | La ieșire, AX=0 indică faptul că sunetul este oprit; AX=FFFF indică redarea sunetului |
| Deschide sursa de voce de pe disc | 2 | 0 | 0 | AX indică manipulatorul SBSIM de fișier |
| Redă vocea de pe disc | 2 | 1 | 0 | |
| Oprește vocea de pe disc | 2 | 2 | 0 | |
| Oprește temporar vocea de pe disc | 2 | 3 | 0 | |
| Reîncepe redarea vocii de pe disc | 2 | 4 | 0 | |

| *Numele funcției* | *Valorile de configurare pentru regiștri* | | | *Comentarii suplimentare* |
|---|---|---|---|---|
| | *BH* | *BL* | *CX* | |
| Citește starea vocii de pe disc | 2 | 5 | 0 | La ieșire, AX=0 indică faptul că sunetul este oprit; AX=FFFF indică redarea sunetului |
| Deschide sursa de voce din memorie | 3 | 0 | 0 | AX indică fișierul din memoria convențională; DX:AX indică fișierul din memoria extinsă |
| Redă vocea din memorie | 3 | 1 | 0 | |
| Oprește vocea din memorie | 3 | 2 | 0 | |
| Oprește temporar vocea din memorie | 3 | 3 | 0 | |
| Reîncepe redarea vocii din memorie | 3 | 4 | 0 | |
| Citește starea vocii din memorie | 3 | 5 | 0 | La ieșire, AX=0 indică faptul că sunetul este oprit; AX=FFFF indică redarea sunetului |
| Indică nivelul volumului | 4 | 0 | Nefolosit | La intrare, AX indică sursa; la ieșire AH= volumul canalului din stânga, AL=volumul canalului din dreapta |
| Stabilește nivelul volumului | 4 | 1 | Nefolosit | La intrare, AX indică sursa care trebuie modificată; DH=volumul canalului din stânga, DL=volumul canalului din dreapta |
| Citește amplificarea | 4 | 2 | Nefolosit | La intrare, AX=1; la ieșire, AH=amplificarea canalului din stânga, AL=amplificarea canalului din dreapta |
| Stabilește amplificarea | 4 | 3 | Nefolosit | La intrare, AX=1; DH=amplificarea canalului din stânga, DL=amplificarea canalului din dreapta |
| Indică nivelul tonalității | 4 | 4 | Nefolosit | La intrare, AX=0 pentru înalte, AX=1 pentru joase; la ieșire, AH=valoarea canalului din stânga, AL=valoarea canalului din dreapta |
| Stabilește tonalitatea | 4 | 5 | Nefolosit | La intrare, AX=0 pentru înalte, AX=1 pentru joase; DH=valoarea canalului din stânga, DL=valoarea canalului din dreapta |
| Deschide sursa MIDI | 5 | 0 | 0 | Manipulatorul SBSIM de fișier în AX |
| Redă sursa MIDI | 5 | 1 | 0 | |
| Oprește sursa MIDI | 5 | 2 | 0 | |

*continuare*

**Tabelul 19.5** Continuare

| *Numele funcției* | *Valorile de configurare pentru regiștri* | | | *Comentarii suplimentare* |
|---|---|---|---|---|
| | *BH* | *BL* | *CX* | |
| Oprește temporar sursa MIDI | 5 | 3 | 0 | |
| Reîncepe redarea sursei MIDI | 5 | 4 | 0 | |
| Citește starea sursei MIDI | 5 | 5 | 0 | La ieșire, AX=0 indică faptul că sunetul este oprit; AX=FFFF indică redarea sunetului |

La încărcarea driverului pentru interfața SoundBlaster, este aleasă prima întrerupere disponibilă din intervalul de adrese 080(Hex) – 08F(Hex) inclusiv. Programele care au nevoie să apeleze funcțiile plăcii de sunet pot găsi întreruperea căutând semnătura „SBSIM" la offset 103(Hex) de la începutul adresei de segment a vectorului de întrerupere.

**Windows**

Pentru a produce sunete în mediul Windows, o placă de sunet are nevoie de un driver software compatibil Windows. Folosind driverul corect, o placă de sunet poate reda sunetele standard din Windows și orice fișier WAV, chiar dacă nu este compatibilă cu standardele Ad Lib sau SoundBlaster. Deoarece fișierele WAV conțin date audio înregistrate digital, nu necesită operația de sinteză. Toate sunetele Windows sunt fișiere WAV, începând de la semnalul de deschidere a sistemului și până la avertismentul sonor standard care se aude în cazul producerii unei erori.

Driverele mai noi pentru plăci de sunet ar trebui să fie compatibile cu DirectSound, componenta audio a setului DirectX de interfețe de aplicație.

**Audio Codec '97**

După dezvoltarea propriului sistem audio pentru PC-uri, alcătuit din numai două cipuri, firma Intel a publicat specificațiile sistemului ca și cum ar fi fost un standard după care puteau fi evaluate toate sistemele audio. Documentația rezultată, denumită *Audio Codec '97*, reprezintă un obiectiv rezonabil pentru toți proiectanții de sisteme audio și poate deveni foarte ușor standardul plănuit de Intel. Cele două circuite conțin un controller care manevrează toate operațiile digitale și un cip analogic, având rolul de a transforma semnalele calculatorului în date audio. Cele două cipuri sunt legate printr-un conector serial cu cinci fire, denumit *legătură AC (AC link)*.

Nucleul modelului propus îl reprezintă două convertoare digital-analogice capabile să opereze la o frecvență de eșantionare de 48 KHz pentru a genera două canale audio stereo. Specificațiile tehnice impun controllerului să fie apt să prelucreze simultan patru semnale, două intrări și două ieșiri. Fiecare canal trebuie să poată traduce semnalele către sau de la cel puțin șase frecvențe de eșantionare la frecvența de bază a sistemului (48 KHz). Cele șase frecvențe au valorile 8, 11,025, 16, 22,05, 32 și 44,1 KHz. Pentru a menține o calitate reală de nivel hi-fi, specificațiile cer un raport semnal/zgomot de 90 dB.

Dispozitivele DAC sunt alimentate de un mixer care acceptă intrări de la toate sursele de semnale digitale din PC, inclusiv de la componenta de sintetizare a setului de cipuri codec Intel. Pentru intrări, sistemul include o pereche de convertoare analogic-digitale,

care operează tot la frecvența de eșantionare de 48 KHz, dar și un al treilea canal, opțional, dedicat intrării pentru microfon.

## Controlul

Interfața DirectX pune la dispoziție și o metodă prin care aplicațiile software pot controla echipamentele multimedia. În plus, diferitele specificații multimedia pentru PC-uri cer ca plăcile de sunet să încorporeze două funcții de control foarte specifice pentru dispozitive externe, o interfață pentru CD și o interfață MIDI. De asemenea, trebuie să includă și un mixer analogic pentru a avea controlul asupra nivelurilor semnalelor audio.

### Interfața pentru CD

Suplimentându-și funcțiile de eșantionare și de sinteză, o placă de sunet conformă cu specificațiile Multimedia PC (MPC) trebuie să fie capabilă să controleze o unitate de CD-ROM. În afară de controlul asupra unității, placa de sunet trebuie să aibă și o conexiune directă cu unitatea de CD-ROM pentru informațiile audio, care vor fi transferate în format analogic și nu digital.

Circuitele de pe placa de sunet corespunzătoare interfeței pentru CD au una dintre următoarele trei forme: conector AT Attachment (IDE) compatibil ATAPI, port SCSI sau port special (de tip particular). Deși erau foarte răspândite printre primele tipuri de plăci de sunet, în mod special datorită includerii lor în pachete ca modernizări multimedia complete, plăcile cu interfețe nestandard (de tip particular) au pierdut mult din piața de desfacere datorită costului redus al plăcilor cu interfețe AT Attachment pentru unități CD-ROM.

Prezența interfeței pentru CD-ROM se datorează dorinței producătorului de a se asigura că puteți conecta o unitate de CD la PC, deoarece aveți nevoie de această unitate chiar și pentru aplicarea unor funcții multimedia foarte simple. Dacă PC-ul dumneavoastră are deja instalată o interfață corespunzătoare sau chiar o unitate de CD, placa de sunet este inutilă. De fapt, este chiar mai bine să ignorați interfața de pe placa de sunet. Adaptoarele gazdă ATA și SCSI autonome oferă în mod normal performanțe mai bune decât circuitele încorporate pe plăcile de sunet – de exemplu, dacă aveți o interfață de disc bazată pe standardul PCI, aceasta va oferi o lățime de bandă mult mai mare decât cea a interfeței standard ISA de pe placa de sunet. Deși în mod normal interfața de pe placa de sunet oferă o performanță suficientă pentru unitățile de CD de nivel mediu, poate ține cu dificultate pasul cu o unitate 12x sau 16x și este cu mult sub nivelul unui hard-disc. Cu alte cuvinte, nici să nu vă gândiți la posibilitatea de a conecta o unitate de hard-disc la un port SCSI plasat pe o placă de sunet. Dacă placa vă oferă această opțiune de lucru, dezactivați circuitul pentru interfață sau mai bine nu instalați deloc driverul pentru acesta. Astfel puteți folosi mult mai bine resursele sistemului, care altfel ar fi utilizate de port.

### Interfața digitală cu instrumentele muzicale (MIDI)

În specificația MPC este inclusă și cerința ca o placă de sunet conformă cu acest standard să includă un port MIDI (*Musical Instrument Device Interface*). Majoritatea utilizatorilor nici nu folosesc acest port. Principala funcție a portului este crearea de secvențe muzicale cu ajutorul PC-ului dumneavoastră și nu redarea de secvențe sonore create anterior și stocate pe disc sau în memorie. Nu aveți nevoie de un port MIDI pentru a reda fișierele de muzică de tip MIDI. În mod normal, programul software de redare va ruta instrucțiunile MIDI către circuitul sintetizator de pe placa de sunet, unde va genera muzica și o va trimite la difuzoare prin mixerul și amplificatorul plăcii de sunet. Instrucțiunile MIDI nu trebuie să treacă obligatoriu prin portul MIDI.

Acestea fiind spuse, dacă doriți să vă folosiți PC-ul ca pe un secvențiator pentru a înregistra, edita sau reda propriile compoziții muzicale sau dacă doriți să folosiți o

claviatură externă de tip pian (și nu de teleimprimator) pentru a lucra cu sintetizatorul plăcii de sunet, portul MIDI va fi în centrul atenției.

Standardul MIDI descrie semnalele și protocoalele transmise prin conexiunile dintre dispozitivele MIDI. Acestea nu controlează modul în care portul MIDI se leagă la PC-ul dumneavoastră. Deși teoretic PC-ul ar putea folosi orice port și orice adresă pentru a controla propriile circuite MIDI, există un standard apărut chiar de la introducerea interfețelor MIDI în PC-uri. Firma Roland Corporation a dezvoltat un adaptor MIDI foarte cunoscut, modelul MPU-401. Pentru a obține performanțe maxime de la programele lor, realizatorii de software au preluat direct controlul hardware al circuitului MPU-401. Resursele utilizate de MPU-401 au devenit rapid standard pentru întregul domeniu. Circuitele MIDI de pe cele mai multe plăci de sunet emulează MPU-401, iar cele mai multe produse software pentru MIDI cer compatibilitatea cu acest standard.

**Mixerele**

Pe lângă funcția de comandă a dispozitivelor externe, plăcile de sunet mai oferă și o serie de funcții importante de control pentru operațiile de creare și redare de fragmente muzicale. Circuitele de mixare de pe placa de sunet au rolul de a controla volumul pentru fiecare dintre diferitele surse de semnale la care este conectată placa.

Un *mixer* audio combină mai multe semnale pentru a obține unul singur; de exemplu, transformă semnalele diferite primite de la două instrumente într-un singur semnal. Cele mai multe mixere audio vă permit să configurați individual nivelurile de volum ale fiecărui semnal care intră în combinație.

Mixerele lucrează prin însumarea semnalelor de la intrare. *Mixerele analogice* operează prin adunarea tuturor tensiunilor de intrare. De exemplu, un mixer analogic poate combina un semnal de 0,3 volți cu un semnal de 0,4 volți pentru a obține un semnal de 0,7 volți. *Mixerele digitale* combină semnalele audio digitale prin adunarea matematică a valorilor digitale ale semnalelor respective. Rezultatele sunt aceleași ca în cazul operației de mixare analogică, singura diferență fiind tipul de semnal audio.

În PC-ul dumneavoastră însă, diferența este semnificativă. Placa de sunet execută operații de mixare analogică în timp real cu ajutorul circuitelor proprii. Cele mai multe calculatoare personale folosesc microprocesoarele pentru a efectua operațiile de mixare digitală, dar nu realizează aceste operații în timp real. De exemplu, PC-ul poate mixa sunete din două fișiere și vă permite redarea ulterioară a combinației rezultate.

Toate plăcile de sunet încorporează circuite de mixare care vă permit combinarea tuturor semnalelor analogice cu care lucrează placa respectivă. Combinația audio rezultată este trimisă și la difuzoare, dar și la convertorul analogic-digital de pe placa de sunet, astfel încât să o puteți înregistra într-un fișier.

Pentru a controla nivelurile relative de volum ale diferitelor intrări ale mixerului, cei mai mulți producători de plăci de sunet oferă produse software de mixare care vă permit să corectați interactiv fiecare intrare cu ajutorul unui cursor.

## Calitatea

Pentru plăcile de sunet, calitatea are mai multe aspecte. Fiecare placă are capacități de lucru specifice, care impun o serie de limitări referitoare la operațiile pentru care poate fi folosită. Totuși, în cele din urmă, contează calitatea sunetului produs de placă. Ca și în cazul oamenilor care încearcă să-și împlinească visurile, cea mai mare parte dintre plăcile de sunet aspiră la performanțe mai bune decât cele care le stau în putință. Totul

este ca această diferență dintre realitate și dorință să nu fie foarte mare. O placă de sunet poate avea specificații care să o plaseze peste nivelul de calitate al compact-discurilor și totuși să producă un sunet asemănător cu cel al unui vechi aparat de radio AM care pârâie în timpul furtunii.

În general, performanțele celor mai multe plăci de sunet sunt date de gama de semnale digitale cu care lucrează. O anumită placă de sunet acceptă doar un domeniu de frecvențe de eșantionare și de profunzimi în biți. Aproape orice placă de sunet modernă care merită să fie luată în considerare pentru PC-ul dumneavoastră va oferi performanțe cel puțin la fel de bune ca ale unui mediu CD (frecvență de eșantionare de 44,1 KHz și rezoluție pe 16 biți). Plăcile mai noi ar trebui să lucreze chiar cu frecvența de eșantionare de 48 KHz a sistemelor audio profesionale și DVD.

Dacă ne referim la calitatea digitală, nivelul CD ar trebui să asigure un răspuns în frecvență liniar de 15 KHz și un raport semnal/zgomot de 96 dB. Plăcile de sunet comerciale nu respectă nici unul dintre cele două niveluri de performanță.

Problemele nu apar din circuitele digitale – de fapt, *orice* modificare într-un semnal digital, incluzând aici semnalele care ar putea scădea calitatea sunetului, sunt erori, iar PC-urile moderne nu ar trebui să permită apariția unor astfel de erori în datele cu care lucrează. Pe de altă parte, circuitele analogice de pe placa de sunet modifică, deformează și trunchiază semnalele transferate prin ele. Din această cauză sunt afectate atât răspunsul în frecvență, cât și domeniul dinamic de valori.

De cele mai multe ori, această prelucrare necorespunzătoare a semnalelor audio trece neobservată. Dacă sunetele sunt redate de difuzoare obișnuite de PC, probabil că nu sesizați aceste deficiențe. Cele mai ieftine difuzoare pentru PC-uri (de fapt cea mai mare parte dintre difuzoarele care se găsesc în comerț) sunt atât de slabe calitativ, încât ascund defecțiunile apărute în forma semnalelor. Ascultați același fragment muzical prin căști sau printr-un sistem stereo bun și veți sesiza imediat aceste probleme.

Multe plăci de sunet nu vă oferă un răspuns corect în frecvență. În mod sigur, frecvența de eșantionare a unui sistem digital impune în mod automat o limită pentru frecvențele înalte cu care sistemul poate lucra. În partea cealaltă a spectrului de sunete nu ar trebui să existe astfel de limitări. Un sistem digital ar trebui să fie capabil să codifice, să memoreze și să reproducă fără nici o problemă nu numai cele mai mici frecvențe pe care le puteți auzi, ci și sunete mai slabe, pe care nu le puteți auzi, și chiar niveluri de curent continuu. Plăcile de sunet mai ieftine nu sunt însă atât de performante. De fapt, multe plăci nici nu pot prelucra sunetele de frecvență joasă din domeniul auditiv uman, eliminând deseori frecvențele fundamentale ale notelor de bas și efectele speciale ale unor jocuri de calculator (cele care fac să vi se strângă stomacul). Aceste limitări se datorează circuitelor analogice de pe placa de sunet și provin din trecerea semnalelor de curent alternativ prin diferitele etaje de amplificare.

Cele mai răspândite sisteme analogice conțin condensatori de cuplare între etajele de amplificare (și la ieșire) pentru a împiedica neregularitățile tensiunilor de alimentare și ale curentului continuu să interfereze cu semnalul audio amplificat. Valoarea condensatorului (care se măsoară în *microfarazi*, unitatea de măsură pentru capacitatea electrostatică) determină limita de frecvență joasă pentru întregul sistem. Condensatorii de valori mai mari sunt mai scumpe și mai greu de plasat pe plăcile compacte cu circuite și de aceea fabricanții produselor mai ieftine tind să fie foarte zgârciți când aleg dimensiunea acestor componente. Circuitele audio mai bune folosesc condensatori mai mari, care permit trecerea frecvențelor mai joase sau modele cu cuplaj direct, care elimină total condensatorii și coboară valoarea semnalului de ieșire până la zero (curent continuu).

Valoarea oricărui condesator utilizat în circuitul de ieșire al unui amplificator este critică, deoarece o dată cu nivelul de putere crește și capacitatea necesară pentru trecerea unei anumite frecvențe. Ca urmare, primul loc în care se modifică limita inferioară de frecvență a unei plăci de sunet este amplificatorul de putere, etajul care produce un semnal de nivel ridicat pentru difuzoarele pasive. Nu este deloc anormal ca o placă de sunet ieftină să elimine sunetele cu frecvențe mai mici de 150 Hz, ceea ce înseamnă că trec doar câteva frecvențe de bas. Deoarece frecvențele joase nici nu apar la ieșirile pentru difuzoare ale acestor plăci de sunet, nu veți obține mare lucru nici dacă vă gândiți să cuplați difuzoare cu amplificare mai bună, nici dacă legați ieșirile la echipamentul stereo. Ieșirile de linie, spre deosebire de ieșirile de difuzoare, păstrează mai bine frecvențele joase și sunt de preferat pentru conexiunile de calitate.

O altă problemă referitoare la semnale în cazul plăcilor de sunet ieftine este zgomotul. Nivelul de zgomot pentru orice sistem digital este restrâns de profunzimea în biți, iar sistemul obișnuit pe 16 biți coboară acest plafon chiar mai jos de cel al multor componente stereo. Dacă ascultați cu atenție sunetele produse de multe plăci de sunet și unități de CD-ROM, veți auzi cu siguranță cârâieli și piuituri care vă sugerează niște conversații între marțieni, dar și multe sunete mai pământene, cum ar fi șuierăturile. Cele mai multe dintre aceste zgomote nu sunt decât simple semnale străine interceptate de placa de sunet, mixate cu sunetele pe care doriți să le ascultați și amplificate suficient ca să vă deranjeze urechile. Aceste sunete nu numai că interferă cu audiția dumneavoastră, dar pot influența negativ digitizarea și stocarea sunetelor, demonstrând astfel calitatea mai slabă a plăcii de sunet ieftine pe care ați ales-o. Cele mai multe plăci de sunet păstrează nivelul acestor zgomote sub cel la care le puteți auzi prin niște difuzoare ieftine, însă dacă ascultați un compact-disc cu muzică interpretată în surdină, puteți avea neșansa de a auzi și diverse sunete stranii în timpul audiției.

Plăcile de sunet mai bune încorporează niște ecrane de protecție pentru a minimiza efectul unor astfel de zgomote ciudate. De exemplu, traseele de circuite de pe plăci vor fi ecranate de *planuri de masă (ground planes)*, care sunt straturi suplimentare de trasee legate la masă, acoperind traseele interioare ale plăcilor multistrat cu circuite imprimate. Numai cele mai bune plăci de sunet pot digitiza semnale analogice fără a depăși un nivel general de zgomot de 92 la 96 dB asigurat de unitățile de CD.

Dacă vă gândiți să folosiți o placă de sunet pentru a transfera datele audio analogice în format digital, de exemplu pentru a salva cântecele de pe vechile plăci de pick-up pe CD, va trebui să alegeți o placă de sunet care garantează un zgomot scăzut și un răspuns de frecvență joasă mai mic de 20 Hz.

## Difuzoarele USB

Există în prezent o tehnologie nouă, uimitoare, care combină sistemul audio digital și interfața USB pentru a realiza *difuzoarele USB*. În loc să folosească o interfață analogică de mare putere, difuzoarele USB acceptă datele audio în format digital direct de la portul USB. Circuitele necesare de conversie analogic-digitală sunt încorporate în difuzoare. Teoretic, difuzoarele USB pot elimina placa de sunet din compunerea calculatorului.

Conceptul elimină aproape toate circuitele analogice din interiorul PC-ului dumneavoastră și taie interferența semnalelor digitale din calculator. Rezultatul este dispariția zgomotelor de nivel jos pe care le puteți auzi în difuzoare atunci când hard-discul intră în acțiune (ca și sunetele ciudate care apar atunci când PC-ul are de efectuat operațiuni mai dificile). În plus, producătorul difuzorului poate dimensiona convertorul digital-analogic și amplificatorul astfel încât să se potrivească exact cu difuzorul. De

asemenea, elimină un jack ciudat din spatele PC-ului și integrează tot sistemul de cabluri din PC-ul dumneavoastră în sistemul USB.

Și difuzoarele USB au neajunsuri. Sistemul audio digital consumă un procent însemnat din lățimea de bandă disponibilă a interfeței USB; de exemplu, atunci când se ajunge la supraîncărcarea memoriei, conexiunea la difuzoare înghite cam o treime din lățimea de bandă a canalului USB. Mai mult decât atât, conexiunea la difuzoare este doar una dintre funcțiile unei plăci de sunet. Difuzoarele USB nu fac nimic pentru a prelua și celelalte funcții ale plăcii de sunet. De exemplu, ele nu au intrare pentru microfon. Chiar dacă, teoretic, ați putea să legați microfonul la PC tot printr-o conexiune USB, microfoanele USB sunt la fel de rare ca unicornii sau sistemele de operare OS/2 pe PC-urile casnice.

Difuzorul USB nu ajută cu nimic alte funcții de conectare ale plăcii de sunet. Deși portul USB ar putea servi funcțiile portului de jocuri și ale interfeței de disc, nu va prelucra semnale MIDI fără un convertor suplimentar. Și nici nu va permite redarea de pe unități de CD convenționale, care sunt legate la placa dumneavoastră de sunet printr-un cablu analogic pentru redarea normală a CD-urilor muzicale.

Cu alte cuvinte, în prezent difuzoarele USB lasă prea multe probleme nerezolvate. În ciuda previziunilor unor analiști mai optimiști, aceste difuzoare nu vor elimina total plăcile de sunet (cel puțin pentru o perioadă de timp).

## Traductoarele

Legătura dintre lumea electronică a datelor audio (analogice și digitale) și lumea mecanică a sunetului o realizează traductorul acustic. Microfonul convertește sunetele în semnale audio, în timp ce difuzoarele efectuează conversia inversă, de la semnale audio la sunete.

### Microfoanele

Toate plăcile de sunet au intrări pentru microfon care vă permit să vă înregistrați vocea în mediul digital. Puteți folosi transcrierile digitale ale vocii dumneavoastră fie pentru a adnota rapoarte, foi de calcul tabelar și alte fișiere, fie pentru a le încorpora în prezentări multimedia. Cu ajutorul unei plăci de sunet corespunzătoare, puteți chiar să conectați la PC-ul dumneavoastră microfoane de calitate ridicată și să realizați înregistrări muzicale digitale, să le editați și să le scrieți pe compact-discuri care pot fi ascultate la sistemul stereo.

Rolul microfonului este foarte simplu: conversia variațiilor de presiune a aerului în variații de tensiune. Acuratețea traducerii realizate de microfon determină calitatea sunetelor care pot fi înregistrate. Nici un microfon nu este perfect. Fiecare dintre ele aduce modificări subtile conversiei, nu atât de mult încât să nu se mai înțeleagă nimic, ci dând un fel de *nuanță* sunetelor capturate. Un obiectiv urmărit de producătorii de microfoane este de a face aceste nuanțări cât mai plăcute. Un alt obiectiv este încercarea de a realiza microfoane care să lucreze foarte asemănător cu urechea umană, adică să înregistreze numai ceea ce ați dori să ascultați și să elimine sunetele nedorite.

#### Tehnologii

Pentru a construi microfoane, inginerii pot folosi mai multe tehnologii. Probabil că microfonul pe care îl veți atașa plăcii de sunet pentru a vă captura vocea va fi unul dinamic. Un microfon dinamic operează ca un mic generator electric sau dinamometru, folosind un câmp electromagnetic pentru a induce un curent într-o bobină. Pentru a detecta variațiile din presiunea aerului, acest tip de microfon plasează în calea undelor sonore o *diafragmă*. Diafragma este realizată de obicei din plastic ușor și are formă de

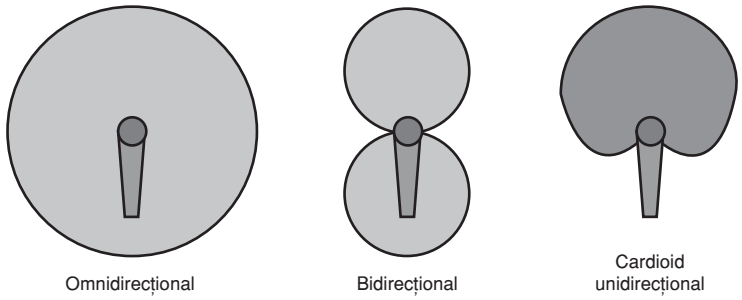
calotă sau ceva asemănător pentru a fi mai solidă. Diafragma este conectată la o bobină ușoară, denumită *bobină de voce (voice coil)*, plasată în jurul unui magnet permanent mic, care, de obicei, are formă cilindrică. Bobina de voce este atârnată astfel încât se poate deplasa de-a lungul magnetului în timpul vibrațiilor diafragmei. Fiind situată în interiorul câmpului magnetic permanent, bobina mobilă generează o tensiune de valoare mică, din care rezultă semnalul trimis la intrarea pentru microfon a plăcii de sunet.

Cele mai multe dintre microfoanele folosite în prezent pentru înregistrări muzicale utilizează un principiu de operare diferit. Denumite *microfoane cu condensator (condenser microphones)*, aceste modele modifică o tensiune existentă în loc să genereze o tensiune nouă. Într-un microfon clasic cu condensator, diafragma acționează ca o plăcuță a unui condensator electric (de unde și numele microfonului). Când diafragma vibrează, capacitatea acesteia se modifică și tensiunea originală variază.

**Direcționalitatea**

Microfoanele sunt descrise cel mai des prin *direcționalitate*, adică prin modul în care reacționează la sunete care vin din direcții diferite. Un *microfon omnidirecțional* tratează sunetele la fel, indiferent de direcția din care vin. Acest tip de microfon captează orice sunet emis într-o sferă imaginară situată în jurul microfonului. Un *microfon unidirecțional* are o direcție preferată din care realizează cea mai bună audiție. Semnalele provenite din alte direcții sunt anulate parțial. Cele mai multe microfoane unidirecționale sunt sensibile mai ales la sunetele care sosesc direct în fața lor. Sunetele sosite pe direcția dorită sunt numite *sunete pe axă (on-axis sounds)*. Cele care nu sunt captate pe direcția principală poartă numele de *sunete în afara axei (off-axis sounds)*. Cel mai cunoscut microfon unidirecțional este denumit *microfon cardioid* deoarece zona sa de sensibilitate are forma unei inimi (*kardia* este cuvântul grecesc pentru inimă). Microfoanele hipercardioide au o zonă de acțiune mult mai îngustă, păstrând forma cardioidă de bază. *Microfoanele bidirecționale* sunt sensibile, așa cum sugerează și numele, la sunete care vin din două direcții, în general din fața și din spatele microfonului, astfel încât zona de sensibilitate formează cifra „8“. Ca urmare, microfoanele bidirecționale mai sunt numite și microfoane de tip opt. Acest model este folosit în principal în unele tehnici speciale de înregistrare stereofonică. În Figura 19.3 sunt prezentate cele mai importante modele de microfoane bidirecționale.

**FIGURA 19.3**
*Modele de microfoane.*




Microfoanele mai ieftine care sunt atașate la casetofoane și la unele plăci de sunet sunt de obicei microfoane dinamice omnidirecționale. Dacă doriți să reduceți la minimum zgomotele externe sau agitația din birou atunci când adnotați documente, un microfon unidirecțional mai bun vă va oferi în cele mai multe cazuri o îmbunătățire vizibilă în calitatea sunetului.

**Caracteristicile electrice**

Semnalele produse de microfoane se pot măsura în mai multe moduri. Cele mai importante caracteristici sunt impedanța și nivelul semnalului.

După primul criteriu, microfoanele pot fi clasificate în două grupe: cu impedanță mică (de la 50 la 600 de ohmi) și cu impedanță mare (cel puțin 50.000 de ohmi). Unele microfoane au comutatoare care vă permit modificarea valorii impedanței. Conectarea unui microfon cu o anumită impedanță la un circuit conceput pentru o impedanță de altă valoare determină un transfer de putere redus, de unde și obținerea unor semnale slabe. Aproape toate microfoanele profesionale și cele mai multe dintre celelalte funcționează în prezent la impedanțe mici, la fel ca majoritatea intrărilor pentru microfoane (din plăcile de sunet). Dacă microfonul dumneavoastră are un comutator de impedanță, îl veți stabili de obicei la cea mai scăzută valoare (150 de ohmi).

Nivelurile de semnal produse de microfoane se măsoară în milivolți sau dB (decibeli) la un anumit nivel de presiune a aerului. Această valoare este nominală. Sunetele puternice produc tensiuni mai mari. Cele mai multe microfoane produc semnale descrise de valori între -60 și -40 dB, fiind astfel compatibile cu cele mai multe intrări pentru microfoane. Dacă țipați într-un microfon, de orice tip ar fi, dar în special în unul cu o ieșire mare (apropiată de -40 dB), nivelul său de ieșire s-ar putea să fie prea mare pentru ca anumite circuite să îl interpreteze și să îl prelucreze corect, în special acelea din echipamentele de consum ridicat – cum este placa de sunet din calculatorul dumneavoastră. Nivelul ridicat poate cauza distorsiuni ale semnalului. Acestea pot fi eliminate prin adăugarea în schemă a unui *atenuator* (sau comutarea microfonului pe un nivel mai scăzut pe scala valorilor de ieșire).

Semnalele de la microfoane pot fi echilibrate sau neechilibrate. Semnalele echilibrate au nevoie de două fire și un alt fir de masă; cele neechilibrate, un fir și un fir de masă. Semnalele echilibrate sunt mai bine protejate la zgomote, în timp ce semnalele neechilibrate au nevoie de un circuit de intrare electronic mai puțin sofisticat. Cele mai multe plăci de sunet folosesc semnale neechilibrate. Majoritatea microfoanelor profesionale produc semnale echilibrate.

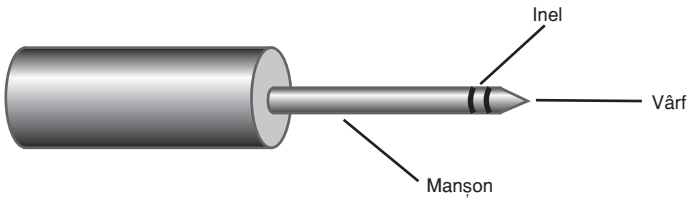
Puteți converti un semnal echilibrat într-unul neechilibrat (sau puteți conecta un microfon profesional la placa de sunet) legând împreună cu masa unul dintre cele două fire de semnal ale circuitului echilibrat. Masa și celălalt fir de semnal vor opera apoi ca un circuit neechilibrat.

**Conectoarele**

Cele mai ieftine microfoane și plăci de sunet folosesc același tip de conector, asemănător cu o fișă miniaturală de telefon. Microfoanele profesionale, de calitate mai bună, cu semnal echilibrat folosesc în mod normal conectoare XLR (denumite astfel după codul unuia dintre modelele originale) cu trei pini pentru cele două fire de semnal și masă. În aceste conectoare, pinul 1 este legat întotdeauna la masă. În circuitele echilibrate, pinul 2 transportă semnalul pozitiv, iar pinul 3, semnalul negativ. La utilizarea în semnale neechilibrate, pinii 1 și 3 sunt conectați de obicei împreună.

Fișele telefonice au două sau trei conexiuni. Terminația fișei se numește *vârf (tip)*, în timp ce axul conectorului se numește *manșon (sleeve)*. Unele conectoare au un al treilea contact, care are forma unui inel subțire și este situat între vârf și manșon. Acest contact este numit chiar *inel (ring)*. În Figura 19.4 este prezentată o fișă telefonică obișnuită.

**FIGURA 19.4**
*Componentele unei fișe telefonice obișnuite.*




În circuitele audio neechilibrate, vârful este conectat întotdeauna la firul de semnal cald sau pozitiv, în timp ce manșonul este legat la ecranul de protecție sau la masă. În cazul circuitelor echilibrate, firul de semnal pozitiv este conectat tot la vârf, firul de semnal negativ este conectat la inel, iar ecranul sau masa se conectează la manșon. În conexiunile stereo, canalul din stânga este conectat la vârf, canalul din dreapta este legat la inel, iar masa comună (sau ecranul) face contact pe manșon.

## Difuzoarele

Din punctul de vedere al unui calculator personal, deplasarea aerului este o problemă la fel de mare ca și interconectarea a două lumi total diferite, electronica și mecanica. Pentru a crea sunete care pot fi auzite, PC-ul trebuie să efectueze lucru mecanic, într-un fel sau altul. Are nevoie de un traductor, adică de un dispozitiv ce transmite energie de la un sistem la celălalt – de la calculatorul electronic în lumea cinetică a sunetului. Dispozitivul care realizează această conversie este *difuzorul* dinamic, inventat de Kellogg Rice în anul 1921.

Difuzorul dinamic este construit pe modelul invers al microfonului dinamic. Un curent electric activează o *bobină de voce* (un solenoid sau o bobină din sârmă care oferă „vocea" difuzorului), care acționează ca un electromagnet, fiind plasată în jurul unui magnet permanent. Curentul variabil din bobina de voce schimbă valoarea câmpului magnetic, care își modifică pe această cale forța de atracție și de respingere față de magnetul permanent; astfel, bobina de voce se deplasează în funcție de modificările de curent. La bobina de voce este conectată o diafragmă denumită *conul difuzorului (speaker cone)*; aceasta se mișcă împreună cu bobina creând astfel undele sonore (variațiile de presiune a aerului). Întregul ansamblu, bobina de voce, conul și cadrul pe care sunt fixate poartă numele de *mecanism de excitare al difuzorului (speaker driver)*.

Arta de a proiecta un difuzor începe de la mecanismul de excitare. Gama de frecvențe auditive umane depășește cu mult capacitatea oricărui mecanism de a reproduce sunete uniforme. Operația de reproducere corectă a întregului domeniu de frecvențe pe care le puteți sesiza dumneavoastră solicită resurse imense: fie o compensare electronică masivă (operație denumită de inginerii audio *egalizare*), fie utilizarea simultană a mai multor mecanisme de excitare, fiecare dintre ele fiind restrâns la un domeniu fix de frecvențe.

Sistemele fonice comerciale împart întreaga gamă auditivă în două sau trei domenii, astfel că există sisteme fonice cu *două căi* și cu *trei căi*. Sistemele moderne pot utiliza și mai multe mecanisme de excitare în fiecare domeniu, astfel încât un sistem cu trei căi poate avea în realitate cinci mecanisme.

*Difuzoarele de frecvență joasă (woofer)* operează la cele mai joase frecvențe (care descriu în general notele de bas), de obicei mai mici de 150 Hz. *Difuzoarele de frecvență înaltă (tweeter)* lucrează cu frecvențe asociate sunetelor ascuțite, care încep în gama de la 2.000 la 5.000 Hz și depășesc limitele superioare ale auzului uman. *Difuzoarele de gamă medie (midrange)* se ocupă numai de frecvențele intermediare. *O joncțiune* împarte gama completă de sunete în domenii separate cerute de mecanismele de excitare specializate.

Mai este folosit și termenul de „subwoofer“ pentru a descrie un sistem fonic ecranat auxiliar, care are rolul de a îmbunătăți sunetul produs de difuzoarele obișnuite prin extinderea gamei de frecvențe joase permise de acestea. Deoarece urechea umană nu poate localiza sunetele de joasă frecvență, puteți să plasați acest difuzor oriunde în camera unde se efectuează audiția, fără ca ambianța stereofonică să se modifice semnificativ. Celelalte difuzoare, mai mici, sunt denumite de obicei difuzoare satelit.

**Ecranele și incintele**

Gama de frecvențe joase este destul de greu de reprodus de către sistemele fonice. Legile fizice ale sunetului cer mai multă mișcare a aerului la frecvențe joase pentru a obține aceleași variații de presiune sau intensități, și de aceea difuzoarele mai mari îndeplinesc mai bine funcția de generare a sunetelor la frecvențe joase. Însă reproducerea unei astfel de frecvențe este influențată și de modul de realizare a difuzorului. La frecvențe joase, undele sonice create de un difuzor pot parcurge o distanță foarte mare în timpul în care conul difuzorului se deplasează înainte și înapoi. De fapt, când frecvențele sunt destul de joase, aerul are timp pentru a se deplasa din zona de presiune ridicată din fața difuzorului în zona de presiune scăzută din spatele conului mobil al difuzorului. Aerul în mișcare anulează astfel variațiile de presiune a aerului și sunetele. La frecvențe joase – în mod obișnuit cele mai mici de 150 Hz – un difuzor situat în aer liber produce o ieșire de nivel mic pentru sunete. Dimensiunea mică și montarea în vid a difuzoarelor din PC-uri duc la scăderea drastică a capacității acestora de reproducere a frecvențelor joase.

Pentru a extinde domeniul de frecvențe joase al difuzoarelor, proiectanții pot instala mecanismul de excitare într-o cutie care blochează fluxul de aer orientat din fața către spatele difuzorului. Cutia unui difuzor este denumită adesea ecran sau incintă acustică. Cei doi termeni nu sunt însă echivalenți. Un *ecran (baffle)* controlează fluxul de sunete, în timp ce o *incintă (enclosure)* este o cutie care înconjoară spatele difuzorului.

Pentru această funcție nu este bună orice cutie. Modelul cutiei influențează domeniul de lucru de bază al sistemului, ca și capacitatea sa de a oferi un răspuns uniform în frecvență. Ca orice alt volum închis, incinta difuzorului are o rezonanță specifică. Realizatorii de sisteme fonice pot extinde domeniul de frecvențe al produselor proprii prin reglarea rezonanței incintei. Incintele de dimensiuni mai mari au rezonanțe mai joase, care ajută la accentuarea celor mai mici frecvențe pe care le pot produce mecanismele de excitare ale difuzorului respectiv.

Există două modele principale de incinte. În sistemele fonice cu *suspensie acustică,* mecanismul de excitare destinat frecvențelor joase este închis etanș într-o cutie, aerul din interior comportându-se ca un arc (care are rolul de a „suspenda“ conul difuzorului în poziția de repaus). Un difuzor *cu deschidere,* numit și difuzor *cu port de rezonanță* sau difuzor *bass reflex*, este plasat într-o cutie cu un orificiu. Orificiul are atât rolul de a micșora rezonanța cutiei, cât și de a permite sunetului să iasă pe gaura respectivă (când este bine proiectat) pentru a întări sunetul produs de mecanism. Difuzoarele cu deschidere sunt mai eficiente, deoarece produc sunete mai ample pentru o putere dată și pot avea dimensiuni mai mici pentru un domeniu dat de frecvențe.

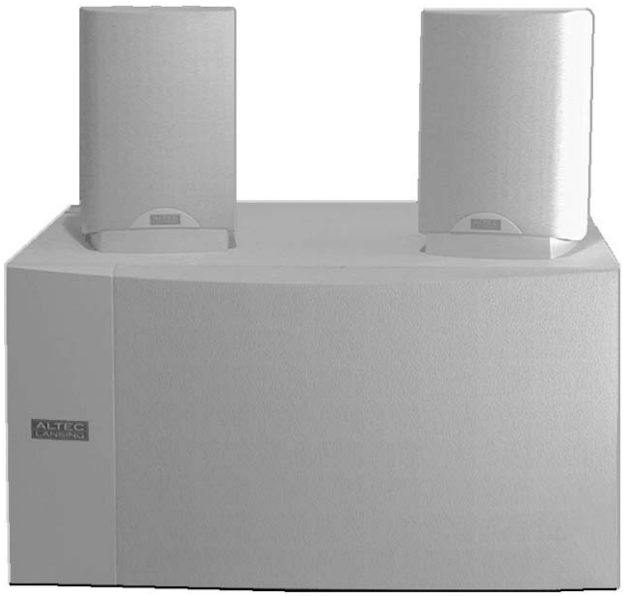
Deși prin reglarea dimensiunii cutiei unui difuzor poate fi extinsă gama de frecvențe prin coborârea limitei inferioare admise, aceste dispozitive nu sunt magice. Legile fizicii nu permit difuzoarelor care au o anumită dimensiune (care încap pe biroul sau etajera dumneavoastră de cărți sau chiar în interiorul unui monitor) să reproducă notele de bas la niveluri la care să le puteți auzi. Pentru cele mai multe aplicații comerciale, reproducerea frecvențelor joase nu este necesară și poate fi chiar supărătoare pentru colegii învecinați atunci când începeți să căsăpiți agenți străini sau extratereștri.

### Difuzoarele subwoofer și sateliții

Un difuzor *subwoofer* extinde posibilitățile de producere a frecvențelor joase ale sistemului acustic din PC-ul dumneavoastră (bineînțeles, pentru sistemele care au nevoie sau solicită această proprietate). Caracteristica remarcabilă a unui difuzor de acest tip este proiectarea specială pentru suplimentarea altor sisteme fonice și faptul că reproduce doar cele mai mici frecvențe care pot fi auzite de om, în mod obișnuit de la 20 la 100 Hz. Deoarece aceste frecvențe joase sunt în general ne-direcționale (urechea dumneavoastră nu poate detecta locul de unde vin), nu este nevoie decât de un singur difuzor subwoofer în sistemele acustice stereo și pe mai multe canale.

Sistemul fonic obișnuit plasează toate mecanismele de excitare pentru diferite game de frecvențe în aceeași cutie, în scopul producerii unui *sistem fonic de gamă completă*. O tendință actuală importantă este aceea de a abandona modelul de gamă completă și de a împărți cutia în mai multe compartimente. Proiectanții plasează difuzoarele de gamă medie și cele pentru frecvențe înalte în cutii mai mici numite *difuzoare satelit* și includ unul sau două difuzoare subwoofer pentru a produce sunetele de frecvențe joase. Acest model este bun și din considerente practice. Dimensiunea redusă a difuzoarelor satelit vă permite să le plasați unde vă convine pentru a obține cea mai bună audiție stereo și să așezați difuzoarele pentru frecvențe joase ne-direcționale într-un loc unde nu pot fi văzute. În Figura 19.5 este prezentată o combinație satelit-subwoofer.

**FIGURA 19.5**
*Difuzoare satelit combinate cu un difuzor subwoofer.*




Pentru a reproduce frecvențele joase, *difuzoarele plate* trebuie să aibă de obicei dimensiuni mari. Există modele plate mai ciudate, care se întind de la podea până la tavan. Prin folosirea unui difuzor subwoofer poate fi redusă dimensiunea acestor modele plate. Unul dintre producători, Sonigistix, a transformat difuzoarele plate în sateliți de calculator, observând că proprietatea de unidirecționalitate a modelului permite crearea unui mediu mai bun pentru un singur ascultător, direcționând apoi sunetul către ascultător și minimizând reflectările în cameră. În Figura 19.6 sunt prezentate difuzoare plate care completează un sistem de afișare cu ecran plat.

**FIGURA 19.6**
*Difuzoare plate Monsoon, împreună cu un monitor cu ecran plat.*

**Sistemele pasive și active**

De obicei, difuzoarele pe care le atașați la PC-ul dumneavoastră sunt active sau pasive. Diferența este că *difuzoarele active* au un amplificator încorporat, în timp ce *difuzoarele pasive* nu au un astfel de dispozitiv.

Cele mai multe dintre sistemele fonice proiectate pentru echipamentele stereo sunt pasive. Pentru a produce sunete, ele se bazează pe puterea furnizată de receptor sau amplificator. Cele mai multe difuzoare pentru calculatoare sunt active, având amplificatoare interne capabile să ridice semnalul slab de ieșire al plăcilor de sunet obișnuite la un nivel suficient de înalt pentru a se auzi în toată camera.

Amplificatoarele din difuzoarele active sunt la fel ca orice amplificatoare audio, având puterea de ieșire măsurată în wați (și care teoretic trebuie să corespundă cu difuzoarele) și calitatea măsurată prin răspunsul în frecvență și distorsiune. Marea diferență dintre ele este că cele mai multe difuzoare active, proiectate inițial pentru sisteme stereo portabile, sunt alimentate de la baterii. Dacă intenționați să conectați difuzoare active la PC-ul dumneavoastră desktop, asigurați-vă că aveți o sursă de curent care șuntează bateria, astfel încât să le alimentați de la priză. În caz contrar, dacă sunteți pasionat de multimedia, veți ajunge să cumpărați singur întreaga producție de baterii a țării.

Cele mai multe plăci de sunet produc suficientă putere pentru operarea sistemelor fonice pasive de dimensiune mică. Ieșirile lor au în mod obișnuit o valoare uniformă de aproximativ patru wați, deoarece toate folosesc componente similare pentru a genera putere. Acest nivel este suficient chiar și pentru multe sisteme fonice pasive mari de tip stereo. Difuzoarele active lucrează și cu aceste plăci de sunet de putere mare și în multe cazuri oferă un sonor mai bun (chiar dacă este doar mai puternic!) decât propriile amplificatoare.

# Instalarea

Plăcile de sunet sunt mari consumatoare de resurse de sistem. O singură placă de sunet poate avea nevoie de mai multe întreruperi, de un interval mare de porturi de intrare/ieșire și de un domeniu dedicat de adrese în memoria DOS înaltă. Din cauza acestor cereri mari de resurse, necesității de a folosi numeroase drivere și documentației relativ sumare, plăcile de sunet sunt produsele de extensie cele mai dificil de adăugat într-un PC. De fapt, o placă de sunet poate fi ocazia perfectă pentru o răzbunare ascunsă,

permițându-vă să îngropați securea războiului cu un prieten cu care v-ați certat, fără ca acesta să știe că l-ați lucrat pe la spate.

Unele dintre conexiunile și problemele referitoare la instalarea unei plăci de sunet au fost deja discutate în alte capitole. Conexiunea audio a unității de CD a fost analizată în Capitolul 12, iar interfața de control digital pentru unitățile de CD prezentă pe unele plăci de sunet a fost prezentată în Capitolul 9, „Interfețele de stocare". Însă acestea nu sunt decât niște simple conexiuni pentru placa de sunet. Problemele referitoare la componentele audio analizate aici sunt mult mai complexe.

## Resursele de sistem

Cele mai multe probleme în instalarea unei plăci de sunet apar din cauza numeroaselor funcții pe care trebuie să le execute placa. Datorită cerințelor de compatibilitate atât cu standardul Ad Lib, cât și cu standardul SoundBlaster, orice placă de sunet trebuie să dubleze toți regiștrii și celelalte caracteristici hardware pentru ca sintetizatoarele lor să lucreze cu jocurile mai vechi. Programele software MIDI solicită deseori o atribuire specifică a porturilor. De asemenea, controlul conversiei analogic-digitale și al circuitelor de mixare analogice presupune existența unor elemente suplimentare de control. În același context, trebuie avute în vedere anumite îmbunătățiri, precum și interfețele pentru CD-ROM.

Procedura de instalare a plăcii de sunet depinde de vechimea plăcii. Cele mai multe plăci de sunet actuale pot fi configurate electronic, conform standardului Plug-and-Play. Plăcile mai vechi vă pot forța să vă încurcați într-un banc de comutatoare DIP sau într-un rând (chiar două) de jumpere pentru a selecta resursele folosite de placă. Există și plăci de tranziție între cele două tipuri – deși pot fi configurate electronic, nu asigură suport complet Plug-and-Play. Manualul plăcii ar trebui să prezinte configurațiile posibile și, dacă este necesară o configurare manuală, ar trebui să indice configurația prestabilită în fabrică – care este oricând un bun punct de pornire – și modul în care trebuie efectuate modificările.

Chiar și în cazul în care trebuie să configurați manual placa de sunet, nu aveți la dispoziție toate combinațiile posibile. Dacă doriți să rulați jocuri MS-DOS, veți constata că multe dintre resurse au valori deja stabilite. De exemplu, trebuie să folosiți canalul DMA 1. Jocurile DOS cer compatibilitatea SoundBlaster și acest standard utilizează numai canalul 1 al circuitului DMA. Dacă nu doriți să rulați jocuri, este indicat să alegeți alt canal. Canalele DMA cu valori mici (1, 2 și 3) sunt pe 8 biți, în timp ce canalele DMA superioare asigură transferuri pe 16 biți. Dacă doriți cel mai înalt grad de compatibilitate Sound Blaster, portul de intrare/ieșire de bază pentru placa de sunet va trebui să aibă adresa 220(Hex), care este valoarea prestabilită pentru SoundBlaster. Mai mult, plăcile Sound Blaster folosesc în mod prestabilit întreruperea 5. Puteți folosi și alte valori de configurare pentru întrerupere și portul I/O, deoarece standardul Sound Blaster permite acest lucru, însă va trebui să modificați opțiunile folosite de driverul software al plăcii de sunet astfel încât să se potrivească perfect cu configurația manuală. În sistemul Windows 95, puteți schimba configurația resurselor de sistem atribuite plăcii de sunet prin programul Device Manager.

Cele mai multe dintre plăcile de sunet configurabile electronic își modifică automat valorile de configurare la setările stabilite de dumneavoastră prin Device Manager. Celelalte, nu. Nu trebuie decât să rulați programul de configurare software furnizat de producătorul plăcii de sunet și apoi să operați în Device Manager pentru a stabili noile valori de configurare. Mai mult decât atât, există situații în care resursele atribuite

automat de sistemul Windows 95 în timpul instalării hardware pot cauza conflicte pentru unele plăci de sunet care nu suportă complet standardul Plug-and-Play. Dacă placa dumneavoastră de sunet nu lucrează corect după instalare, ar trebui să încercați modificarea configurației resurselor atribuite.

O altă problemă care apare de obicei în etapa de instalare este că Windows nu exclude automat din gestiune intervalul de memorie folosit de placa de sunet. Dacă placa de sunet nu funcționează corect nici după ce modificați valorile de configurare, verificați adresele de memorie folosite pentru a vă asigura că sunt excluse din gestiune.

Și driverele mai vechi pot cauza probleme plăcilor de sunet. Când instalați un driver nou pentru placa de sunet, va trebui să ștergeți toate driverele instalate anterior. Procedura este specifică sistemului de operare instalat pe calculator. De exemplu, în cazul sistemelor din familia Windows 3.1, trebuie să selectați opțiunea REMOVE din meniul Drivers, să evidențiați numele driverului vechi și să executați clic pe butonul OK. Va trebui să ștergeți referințele la driverele vechi ale plăcii de sunet din fișierul CONFIG.SYS chiar și când lucrați în mediul Windows 95. La modernizarea sistemului de operare și trecerea de la Windows 3.1 la Windows 95, unii producători de plăci de sunet vă solicită ștergerea manuală a vechilor drivere Windows 3.1 de pe disc pentru a evita apariția unor probleme ulterioare. Regula generală în lucrul cu plăcile de sunet este să instalați numai ultimele versiuni de drivere și să ștergeți toate driverele vechi.

## Conexiunile audio

Cele mai multe plăci de sunet includ amplificatoare audio proiectate pentru difuzoare externe de putere. Însă datorită restricțiilor impuse de PC-ul dumneavoastră, aceste amplificatoare sunt foarte simple. În mod obișnuit, ele produc la ieșire puteri de valori mici – între 100 de miliwați și un watt. Mai rău este că multe amplificatoare de acest gen taie frecvențele joase (mai mici de 100 Hz), adică frecvențele care joacă rolul cel mai important în efectele sonore produse de plăcile de sunet. Puteți conecta la placa de sunet un amplificator auxiliar și un sistem de difuzoare corespunzător pentru a preveni căderea de putere, dar nu puteți face nimic pentru a împiedica tăierea la frecvențe joase.

### Cablarea difuzoarelor

Difuzoarele comerciale pentru calculatoare se cuplează foarte ușor la placa de sunet. Cele mai multe plăci de sunet folosesc pentru ieșiri jackuri telefonice miniaturale stereofonice, iar sistemele de difuzoare proiectate pentru calculatoare au conectoare corespunzătoare. Conectorul permite cuplarea cablurilor de la ambele difuzoare ale unui sistem stereo; astfel, difuzoarele folosesc în comun un singur conector. Însă de multe ori fiecare difuzor are propriul său cablu și propriul conector. Sistemele de acest tip solicită înlănțuirea difuzoarelor. Și în acest caz avem de-a face cu două modele diferite.

În prima variantă, difuzoarele nu sunt identice. Unul dintre ele, de obicei difuzorul din stânga, are un jack în care poate fi conectat un alt difuzor. În acest caz, cuplați difuzorul din stânga în placa de sunet și difuzorul din dreapta în jackul existent în difuzorul din stânga. În cazul în care conectați din greșeală difuzorul din dreapta în placa de sunet, nu stricați nimic, însă nu mai aveți unde să cuplați difuzorul din stânga.

Celălalt model de sistem folosește difuzoare care au ambele jackuri de conectare în spate. Puteți conecta oricare din difuzoare la placa de sunet, iar difuzorul rămas la primul difuzor. Deși cablurile transmit simultan semnale pentru ambele difuzoare, difuzorul din dreapta captează numai semnalul canalului drept, iar difuzorul din stânga captează numai semnalul canalului stâng.

Nu sunteți obligat să folosiți doar difuzoare comerciale proiectate pentru calculatoare. Puteți conecta direct la placa de sunet difuzoare stereo cu randament ridicat sau difuzoare de putere proiectate pentru sistemele personale stereo portabile. Aveți și posibilitatea de a vă conecta placa de sunet la intrarea Auxiliary (sau CD) a unui receptor sau preamplificator și de a ruta sunetul printr-un echipament stereo obișnuit. Cablurile adaptoare care se găsesc în comerț sunt capabile să convertească unica fișă telefonică miniaturală stereo în două fișe cu câte doi pini (fișe fono) pentru sistemul stereo.

Dacă alegeți varianta de conectare a difuzoarelor proprii la placa de sunet, fie că sunt difuzoare achiziționate din comerț, fie difuzoare mai vechi pe care le-ați repus în funcțiune, verificați cu atenție nivelurile și impedanțele semnalului. Cele mai multe plăci de sunet sunt calibrate să furnizeze putere maximă în sarcină cu impedanță de patru ohmi. Impedanțele mai mari nu produc defecțiuni, deoarece, în mod normal, o sarcină cu impedanță mai mare reduce curentul debitat de amplificator (făcându-l mai puțin sensibil la supraîncărcări și defecțiuni). O impedanță mai mică poate fi periculoasă, dar aproape toate difuzoarele au o impedanță de patru ohmi sau mai mare. Singura situație în care impedanța poate fi prea mică este atunci când încercați să conectați în paralel două difuzoare la același canal al plăcii de sunet. Nu încercați.

Adăugarea difuzoarelor subwoofer complică lucrurile. Difuzoarele subwoofer pasive încorporează de obicei joncțiuni proprii, care interceptează frecvențele joase și împiedică transmiterea lor către restul difuzoarelor. Ca urmare, un difuzor subwoofer trebuie conectat între difuzoarele obișnuite și amplificator. Când conectați un singur difuzor subwoofer și mai multe difuzoare satelit, toate semnalele intră inițial în subwoofer și apoi ajung la difuzoarele satelit, care sunt legate la subwoofer. Sistemele cu două difuzoare subwoofer au cuplate la fiecare subwoofer câte un difuzor satelit, astfel încât cablul corespunzător unui canal intră inițial în difuzorul subwoofer asociat și apoi în satelitul acestuia. Când nu fac parte dintr-un sistem complet, difuzoarele subwoofer active șuntează ieșirile amplificatorului, fiind legate în paralel cu difuzoarele existente.

În cazul unui amplificator spațial, cablarea difuzoarelor subwoofer este simplă: cele mai multe sisteme spațiale au ieșiri dedicate pentru difuzoarele subwoofer.

## Cablarea amplificatorului

Pentru a obține cea mai bună calitate a sunetului, puteți fi tentat să cuplați placa de sunet la echipamentul stereo. În acest caz, puteți considera combina stereo ca un sistem de difuzoare active. Nu trebuie decât să legați o intrare nefolosită a receptorului sau preamplificatorului la ieșirea plăcii de sunet (cea mai bună pentru această conexiune este ieșirea auxiliară, însă va lucra foarte bine și ieșirea pentru difuzoare). În cazul în care PC-ul și echipamentul stereo nu sunt legate corespunzător la masă, puteți avea surprize neplăcute. Fără o legare corectă la masă, pot apărea diferențe de tensiune între carcasa PC-ului și sistemul stereo – destul pentru a apărea scântei în momentul conectării cablului audio. Acest lucru poate fi dăunător atât pentru PC, cât și pentru echipamentul stereo. Paza bună trece primejdia rea, deci verificați atent legarea la masă a PC-ului și a sistemului stereo.

Cele mai multe ieșiri ale unei plăci de sunet au un nivel ridicat, dedicat conectării directe cu difuzoarele. Utilizând circuite de putere mare, ele pot suporta sarcinile de impedanță mică ale difuzoarelor, cuprinse în mod obișnuit între 4 și 16 ohmi. Deși aceste conexiuni sunt proiectate special pentru difuzoare, ele corespund destul de bine și intrărilor audio de nivel ridicat ale celor mai multe preamplificatoare și receptoare, astfel că, în mod normal, puteți să le conectați direct, cu un cablu obișnuit.

Nu vă temeți să introduceți o putere de 1 watt în intrarea receptorului. Circuitele de intrare ale receptorului sau preamplificatorului sunt sensibile la nivelul de tensiune și nu la puterea semnalului. Deoarece intrările amplificatorului au în mod obișnuit o impedanță de intrare mare – minim 2.000 de ohmi și posibil până la 100.000 de ohmi – o fracțiune din curentul oferit de ieșirea plăcii de sunet poate intra în circuitul de intrare al amplificatorului. Nivelurile de tensiune se potrivesc destul de bine pentru ca semnalele să fie compatibile; totuși, s-ar putea să fie nevoie să ajustați controlul volumului pe plăcile de sunet de putere mare pentru a preveni supraîncărcarea intrărilor receptorului cu o tensiune prea mare.

O placă de sunet care scoate la ieșire 1 watt produce o ieșire de 2 volți în cazul unei sarcini de 4 ohmi. La aceeași sarcină de 4 ohmi, o placă de sunet de 100 de miliwați produce o ieșire de 0,62 volți. Cele mai multe intrări de receptoare și preamplificatoare de nivel înalt operează cu un nivel de tensiune de la 0,1 la 1 volt. Totuși, nu încercați să conectați semnalele de ieșire pentru difuzoare (de pe placa de sunet) în intrări de microfoane. Nivelurile de tensiune din semnalul unei plăci de sunet vor supraîncărca ușor cele mai multe intrări de microfon.

Dacă optați pentru realizarea unei conexiuni directe cu un receptor sau cu un alt amplificator extern, fixați inițial pe poziția minimă potențiometrul de volum, atât pe placa de sunet, cât și pe receptor. Începeți audiția unei bucăți muzicale prin placa de sunet și creșteți ușor volumul receptorului până ajungeți la poziția corespunzătoare nivelului normal de ascultare. În final, creșteți nivelul plăcii de sunet până când ajunge la o valoare plăcută pentru ascultare în receptorul exterior.

# Capitolul 20
# Porturile periferice

*Porturile asigură legătura dintre PC-ul dumneavoastră și echipamentele periferice externe. Chiar dacă multe calculatoare moderne includ porturile tradiționale adaptate pentru alte aplicații – modelele moștenite seriale și paralele – porturile pentru care se va opta în viitor respectă standardele proiectate special pentru PC-uri. Toate acestea folosesc comunicațiile seriale și beneficiază de avantajele componentelor electronice moderne pentru o configurare automată cu minimum de efort. Între opțiuni se numără USB pentru flexibilitate, FireWire pentru viteză și IrDA pentru conectivitatea fără fir.*

Porturile periferice preferate în PC-urile de astăzi

| *Port* | *Avantaj principal* | *Viteza maximă* | *Număr de dispozitive pe port* | *Aplicații de bază* |
|---|---|---|---|---|
| IrDA | Flexibilitatea conectivității fără fir | 4 Mbiți/sec | 126 | Tastaturi, asistenți digitali personali, imprimante |
| USB | Conectează orice fel de dispozitiv | 12 Mbiți/sec | 127 | Tastaturi, mouse-uri, scannere, imprimante |
| FireWire | Viteză | 800 Mbiți/sec | 16 | Dispozitive video digitale |

Într-o lume corectă din punct de vedere politic, vechea zicală „Nici un om nu e o insulă“ nu mai este valabilă. Privită din punctul de vedere al PC-ului, aceasta s-ar citi „Nici o persoană nu e o insulă“. Însă adevărul este că nici un PC nu e o insulă. Pustnicilor le merge bine în peșteri, singuri și fericiți în izolarea lor. Însă PC-ul dumneavoastră nu poate funcționa așa.

Nici un PC nu încorporează tot ceea ce vă doriți. PC-ul își dobândește puterea de la dispozitivele pe care le conectați la el – echipamentele periferice. PC-ul trebuie să fie capabil să trimită într-un fel date către aceste echipamente. El trebuie să se conecteze și realizează aceste conexiuni prin intermediul porturilor.

În acest moment, PC-ul este pe cale să treacă printr-o revoluție în ceea ce privește tehnologia porturilor. Porturile care au conectat în mod obișnuit echipamentele periferice la calculatoarele personale, adică portul serial RS-232C și portul paralel, au depășit de mult perioada de glorie. Noile PC-uri au început să funcționeze fără ele. În ochii și în mințile inițiatorilor tehnologiei calculatorului personal (adică firmele Intel și Microsoft), acești vechi prieteni sunt *porturile moștenite*. Pentru a vă pregăti pentru noua și curajoasa lume interconectată, am lăsat pentru analiza acestor porturi un capitol separat, Capitolul 21, „Porturile moștenite“.

Variantele de porturi existente în prezent diferă de modelele moștenite. În loc să fie importate din alte domenii în tehnologia calculatoarelor personale, ele au fost create în lumea modernă. Aceasta înseamnă mai mult decât viteză. Noile interfețe încorporează suficient de multă inteligență pentru ca dumneavoastră să nu mai aveți nevoie de așa ceva (cel puțin așa cred proiectanții lor). Cuplați un conector și circuitele interfeței se

ocupă de rest. Mai mult decât atât, inginerii au proiectat sistemul cu minuțiozitate, cu fișe și jackuri care nu vă lasă să conectați orice oriunde, indiferent cât de tare încercați.

PC-urile moderne includ două sau trei dintre aceste interfețe moderne. Dintre cele pe care le puteți întâlni amintim:

*Universal Serial Bus*, sau USB (magistrala serială universală), reprezintă soluția de uz general din prezent. Această interfață combină o performanță medie cu un sistem de conectare bine testat. Așa cum sugerează și numele, USB operează ca o adevărată magistrală de date, prin care pot fi conectate la PC-ul dumneavoastră până la 127 de dispozitive, fără să existe nici un fel de probleme legate de asigurarea corespondenței conectoarelor și a cablurilor (cu toate că rămâne un model cablat). Viteza înregistrează un salt vizibil față de porturile moștenite, USB având o rată maximă de date de 12 megabiți pe secundă, dar și un mod de lucru de mică viteză, care permite operarea la 1,5 megabiți pe secundă. Pentru ca termenul „universal" din denumire să devină o realitate, obiectivul propus pentru noul standard nu a fost prea ridicat: USB a fost proiectat pentru a fi o interfață ieftină, destul de ieftină pentru a putea fi introdusă în toate PC-urile.

*Interfața FireWire*, care probabil este cunoscută mai bine printre utilizatorii de PC-uri cu numele tehnic IEEE 1394, reprezintă un progres mai mare față de USB, fiind de aproape 10 ori mai rapidă și ajungând la rate de transfer permise în mod normal pentru stațiile de televiziune UHF. Reprezentând un progres real pentru tehnologia serială, FireWire are o rată inițială de transfer al datelor de 100 de megabiți pe secundă și este gândit să atingă rate maxime de până la 3,2 gigabiți pe secundă. Fiind mai scump de implementat decât USB, acest standard este total compatibil cu noua arhitectură SCSI-3 și oferă utilizatorilor metode stabile de conectare la PC-uri a echipamentelor periferice de mare viteză, cum ar fi hard-discurile și sistemele video în timp real.

*IrDA*, un acronim de la organizația care l-a lansat, Infrared Developers Association, este un sistem de conectare fără fir cu performanțe reduse. Chiar dacă se bazează pe tehnologia porturilor seriale moștenite, standardul adaugă concepte moderne, cum ar fi identificarea automată a dispozitivelor și o performanță crescută.

Pe lângă aceste opțiuni, unele echipamente periferice de PC-uri folosesc un sistem de conectare denumit *ACCESS.bus*. Această interfață este o conexiune serială ieftină, de mică viteză, și este folosită pentru a lega la PC mai multe dispozitive simple. Avantajul său față de modelele de porturi seriale moștenite îl constituie adaptabilitatea și nu viteza. Acest model de port serial poate conecta la PC-ul dumneavoastră mai multe dispozitive decât pot suporta toate porturile moștenite care pot fi conectate la sistem. Mai mult decât atât, este un standard simplu, la care nu apar confuzii legate de cabluri și conectoare.

Tabelul 20.1 compară aceste variante de porturi cu modelele moștenite care le-au precedat.

**Tabelul 20.1** O comparație a interfețelor seriale

| *Standard* | *Rata de date* | *Mediu* | *Numărul de dispozitive care pot fi conectate la port* |
|---|---|---|---|
| RS-232C | 115.200 bps | Cablu bifilar torsadat | 1 |
| ACCESS.bus | 100 Kbps | Cablu ecranat cu 4 fire | 125 |
| IrDA | 4 Mbps | Mediu optic | 126 |

*continuare*

**Tabelul 20.1** Continuare

| *Standard* | *Rata de date* | *Mediu* | *Numărul de dispozitive care pot fi conectate la port* |
|---|---|---|---|
| USB | 12 Mbps | Cablu special cu 4 fire | 127 |
| USB-2.0 | 120 până la 240 Mbps | Cablu special cu 4 fire | 127 |
| IEEE 1394 | 100 Mbps până la 800 Mbps (s-a propus 3200 Mbps) | Cablu special cu 6 fire | 16 |

Toate aceste sisteme de conectare folosesc *tehnologia serială*. Aceasta înseamnă că tratează datele într-o singură dimensiune, ca pe un șir lung sau în serii de biți. Plecând de la această bază comună, direcția de dezvoltare a fiecărui standard a fost diferită. Însă toate folosesc aceeași metodă de împachetare a datelor care permite transmiterea lor printr-un canal sub forma unui singur flux (vezi secțiunea „Porturile seriale moștenite“ din Capitolul 21 pentru o explicație mai completă a tehnologiei seriale).

# Elemente de bază

Indiferent de nume și de standard, toate porturile seriale sunt identice, cel puțin din punct de vedere funcțional. Fiecare tip de port serial preia cei 8, 16 sau 32 de biți plasați simultan de calculator pe magistrala paralelă de date și îi întoarce cu 90 de grade, transformând un front larg de semnale digitale într-o succesiune de impulsuri aranjate în șir indian. Această formă de comunicație a primit numele „serială“ deoarece biții individuali de informație sunt transferați sub forma unor serii lungi de caractere.

Transformarea presupune în primul rând trecerea de la un sistem de codificare la altul. Biții de date de pe conexiunea paralelă sunt codificați după poziția ocupată. Fiecare dintre ei primește valoarea liniei de magistrală pe care circulă. Cel mai semnificativ bit circulă pe linia desemnată pentru cel mai semnificativ semnal. Într-un port serial, semnificația biților se obține prin sincronizare. Fiecare bit primește valoarea în funcție de poziția ocupată în șirul de impulsuri. Bitul este mai important cu cât ocupă o poziție aflată mai spre sfârșitul șirului.

Într-o lume perfectă, un singur circuit – nimic mai mult decât două fire, unul pentru semnal și celălalt pentru masă – ar putea fi suficient pentru a transfera aceste impulsuri seriale dintr-un loc în altul fără nici o complicație. Desigur, într-o lume perfectă ar exista zâne și alte spirite binevoitoare, care ar conduce datele și le-ar proteja împotriva tuturor demonilor și forțelor răului care ar încerca să le corupă și să le strice ordinea.

Din păcate, lumea nu este perfectă, iar lumea calculatoarelor cu atât mai puțin. În timp ce parcurg conexiunea, datele seriale sunt foarte vulnerabile și pot păți o sumedenie de necazuri. De exemplu, unul din biții unui octet de date se poate rătăci pe traseu, lăsând un fragment de date să ajungă la destinație cu o valoare mai mică decât la plecare – ca atunci când expediezi băutură printr-un serviciu de curierat efectuat de alcoolici. Datorită locului vacant din fluxul de date, toți ceilalți biți vor avansa cu câte un loc și vor căpăta semnificații noi. Sau cazul opus – în spiritul camaraderiei electronice, un semnal bine intenționat poate adopta un bit străin (la fel cum un copil ia o pisicuță de pe stradă) numai pentru a descoperi mai târziu miracolul fertilității și o mulțime de erori care se propagă în fluxul de comunicații, împingând toți biții înapoi. Nici unul dintre cazuri nu are urmări favorabile. Practic, dacă se folosește această formă simplă pentru comunicațiile seriale, un singur bit greșit poate introduce erori în toți octeții care îl urmează.

Stabilirea de comunicații seriale sigure presupune prevenirea problemelor create de biții eronați, precum și a multor altor probleme. Însă mulțumită avantajelor oferite de tehnica digitală, comunicațiile seriale funcționează, și funcționează bine – suficient de bine astfel încât dumneavoastră și PC-ul dumneavoastră să vă puteți baza pe ele.

## Semnalele de ceas

În lumea calculatoarelor, semnalul serial este cel în care biții de date ai codului digital sunt aranjați în serii. Biții circulă prin mediul de transmisie sau prin conexiune unul după celălalt, sub forma unui tren de impulsuri. Privit din alt punct de vedere, modelul care formează codul digital se desfășoară în timp și nu pe lățimea unei magistrale de date. Astfel, valoarea biților din codul digital nu mai este stabilită în funcție de poziția pe liniile magistralei de date, ci este dată de poziția în timp. De exemplu, într-un sistem de comunicații seriale, un octet de date nu mai circulă prin opt conexiuni distincte, ci formează o secvență de opt impulsuri. Dacă reprezentați semnalul în funcție de timp, vă dați seama imediat că o conexiune serială întoarce datele cu 90 de grade față de formatul în care circulă prin PC-ul dumneavoastră.

Ați observat care este elementul cel mai important? Timpul, timpul și iar timpul. Porturile seriale fac din comunicațiile de date o problemă de sincronizare. Astfel, problemele critice în schimburile de date seriale devin definirea și respectarea timpilor.

Inginerii împart comunicațiile seriale în două forme diferite: sincrone și asincrone. Diferența dintre ele este dată chiar de modul în care folosesc timpul.

*Comunicațiile sincrone* cer sistemelor de transmisie și de recepție – în cazul ales de noi, PC-ul și imprimanta – să își sincronizeze acțiunile. Cele două sisteme folosesc aceeași bază de timp, un *ceas* serial. Acest semnal de ceas este transferat între cele două sisteme fie ca semnal separat, fie cu ajutorul impulsurilor de date din fluxul de date. Transmițătorul și receptorul dintr-o conexiune serială pot identifica foarte clar fiecare bit din fluxul de date în funcție de relația acestuia cu ceasul partajat. Deoarece fiecare dispozitiv folosește exact același semnal de ceas, ele pot fi potrivite doar pe bază de sincronizare.

În *comunicațiile asincrone*, transmițătorul și receptorul folosesc ceasuri separate. Deși se presupune că cele două ceasuri au aceeași viteză de funcționare, ele nu indică neapărat aceleași momente de timp. Gândiți-vă la aceste ceasuri ca la un ceas de mână și la un ceas din oraș. Unul dintre ele poate fi cu câteva minute înainte, chiar dacă ambele au aceeași viteză de funcționare: pentru ambele o zi are 24 de ore.

Pentru a defini codul digital, un sistem de comunicații asincrone se bazează și pe sincronizarea impulsurilor. Simpla consultare a ceasurilor proprii de către dispozitivele conectate nu asigură neapărat perfecțiunea transferului de date. O mică eroare de sincronizare poate deplasa un bit cu câteva poziții, să spunem de pe locul cel mai puțin semnificativ pe poziția cea mai semnificativă, fapt care ar avea efecte dramatice asupra semnificației mesajului digital.

Dacă ați avut vreodată un ceas care nu indica ora corectă – de exemplu, ceasul memoriei CMOS din interiorul PC-ului dumneavoastră – ați observat probabil faptul că erorile de timp sunt cumulative. Ele se adaugă una la cealaltă. Dacă ceasul rămâne astăzi cu un minut în urmă, mâine va fi cu două minute în urmă. Cu cât trece mai mult timp, cu atât este mai vizibilă diferența dintre două ceasuri. Și următorul corolar este adevărat: dacă alegeți pentru comparație o perioadă suficient de scurtă, nu veți observa nici o diferență între două ceasuri, chiar dacă ele au viteze diferite de lucru.

Comunicațiile asincrone se bazează tocmai pe împărțirea timpului în perioade foarte mici. Folosind intervale scurte de timp, ele pot face ca două ceasuri nesincronizate să funcționeze ca și cum ar fi sincronizate. Astfel, semnalele nesincronizate pot identifica relațiile de timp dintre biții unui cod serial.

*Comunicațiile izocrone* implică date pentru care timpul este critic. PC-ul dumneavoastră folosește informații transferate izocron în operațiile în timp real. Aceasta presupune că datele sunt destinate afișării imediate și sunt transferate în mod obișnuit într-un flux continuu. Cele mai obișnuite exemple sunt datele video, care trebuie afișate cu o anumită frecvență pentru a simula mișcarea, și datele audio digitale, folosite pentru producerea sunetelor. Transmisiile izocrone pot fi realizate utilizând orice schemă de semnalizare, fie sincronă, fie asincronă. Ele diferă de transferurile obișnuite de date prin faptul că sistemul tolerează erorile datelor. Acest tip de transmisie acceptă o acuratețe mai redusă a datelor în scopul obținerii unei sincronizări perfecte a informațiilor. Dacă într-un transfer convențional de date cu corectarea erorilor poate fi impusă retransmisia pachetelor care conțin erori, într-un transfer izocron erorile sunt lăsate să treacă necorectate. Ideea care a stat la baza acestei reguli a fost că o imagine cu un pixel eronat este mai puțin supărătoare decât una redată sacadat, cu o trecere mai bruscă între cadre (datorată opririi fluxului de date pentru retransmisia unor pachete cu erori).

## Cadrele

Elementul de bază al informației digitale dintr-un sistem de comunicații seriale este *cadrul de date (data frame)*. Gândiți-vă la acest termen ca la un cadru de timp, un cadru care înconjoară informația la fel cum o ramă „îmbracă" o fereastră. Biții codului digital primesc valorile în funcție de poziția pe care o ocupă în cadru. Într-un sistem de comunicații seriale sincrone, cadrul conține biții unui cuvânt de cod digital. În comunicațiile seriale asincrone, cadrul conține tot un cuvânt de date, însă acest cuvânt are o semnificație extinsă. Acesta reprezintă și intervalul de timp în care se presupune că se sincronizează ceasurile sistemelor de transmisie și de recepție.

Când un receptor asincron detectează începutul unui cadru, își resetează ceasul și apoi îl folosește pentru a defini semnificația fiecărui bit din codul digital conținut de cadru. La începutul cadrului următor, sistemul își resetează ceasul și începe din nou sincronizarea biților.

Singura problemă a acestui sistem este că un receptor asincron trebuie să știe când începe și când se termină un cadru. Pentru a afla aceste informații, receptoarele sincrone nu trebuie decât să privească ceasul propriu, însă un sistem asincron nu își poate permite un asemenea lux. Secretul datorită căruia funcționează comunicațiile asincrone este fără îndoială definirea cadrului. Sistemele asincrone din zilele noastre folosesc *biți de start* pentru a marca începutul unui cadru și *biți de stop* pentru a marca sfârșitul acestuia. La mijloc se găsește un grup de *biți de date*.

Bitul de start ajută receptorul asincron să descopere datele într-un ocean de zgomote. În unele sisteme, bitul de start este identificat printr-o formă specială. În cele mai multe sisteme asincrone, el are o lungime dublă față de ceilalți biți din cadru. În alte sisteme, este suficientă apariția bitului. De fapt, dacă nu aveți date, nu aveți nici un fel de impuls. La apariția primului impuls, puteți fi sigur că este vorba de bitul de start.

Fiecare cadru se termină cu unul sau mai mulți biți de stop. Acești biți asigură receptorul că datele din cadru au fost transmise complet. Cea mai mare parte a sistemelor de comunicații asincrone permit utilizarea a unu, unu și jumătate sau doi biți de stop. Cele

mai multe sisteme folosesc un singur bit de stop, deoarece astfel scurtează lungimea fiecărui cadru (ceea ce înseamnă un timp mai scurt necesar pentru transmisie).

Numărul de biți de date dintr-un cadru variază foarte mult. În cele mai multe sisteme asincrone, fiecare cadru are între cinci și opt biți de date. Dacă vă propuneți să folosiți un port serial pentru a conecta la PC-ul dumneavoastră un dispozitiv serial modern, veți avea de ales între variantele de a folosi șapte biți sau opt biți, ultima fiind cea mai utilizată.

În plus, numărul de biți de date din cadru poate fi mărit prin introducerea unei informații suplimentare, de corectare a erorilor, denumită bit de paritate, care este plasat între ultimul bit de date și bitul de stop. În sistemele seriale moderne poate fi folosită oricare dintre cele cinci tipuri de scheme de paritate: impară, pară, spațiu, mark și fără paritate.

Valoarea bitului de paritate se obține prin efectuarea unei operații speciale asupra biților de date. Transmițătorul serial contorizează numărul de biți digitali cu valoarea 1 din șirul de biți de date și determină dacă acest total este par sau impar. În schema de paritate impară (odd parity), transmițătorul va activa bitul de paritate (îi atribuie valoarea 1 digital) numai dacă numărul total de biți digitali cu valoarea 1 din șirul de biți de date este par. În sistemele cu paritate pară (even parity), bitul de paritate este setat la valoarea 1 numai dacă biții de date conțin un număr impar de valori digitale 1. Aceasta înseamnă că în sistemele cu paritate impară bitul de paritate este configurat astfel încât să asigure ca numărul total de biți activi (de obicei cu valoare înaltă) să fie impar. În sistemele cu paritate pară, bitul de paritate este configurat astfel încât numărul total de biți activi să fie par. În schema de paritate mark, bitul de paritate este întotdeauna un mark (un semn), adică un 1 digital. În cazul parității spațiu (space), bitul de paritate este întotdeauna un spațiu, adică are valoarea digitală zero. În sistemul fără paritate, cadrele digitale nu conțin biți de paritate, iar biții de stop sunt plasați imediat după biții de date.

Prin convenție, pe prima poziție în grupul de biți de date seriale din fiecare cadru este plasat bitul cel mai puțin semnificativ. Următorii biți sunt aranjați în ordinea creșterii semnificației. În Figura 20.1 este prezentat conținutul unui singur cadru de date, care folosește opt biți de date și un singur bit de stop.

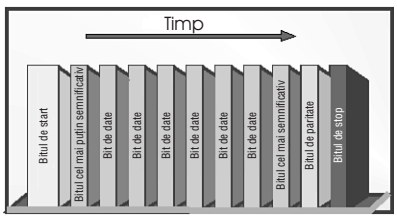



**FIGURA 20.1**
*Un cadru de date seriale, cu opt biți de date și un bit de stop.*

# Pachetele

Un cadru corespunde unui singur caracter. Dacă este analizat separat, acest caracter nu conține o informație completă. Un singur caracter este rareori suficient pentru a transmite ceva, exceptând răspunsurile la testele cu mai multe posibilități de alegere. Pentru a obține un text cu un anumit înțeles, trebuie să combinați o secvență de caractere care să formeze cuvinte și fraze.

Echivalentul unei fraze în comunicațiile seriale este *pachetul*. Un pachet este un grup standardizat de caractere și cadre care formează cea mai mică unitate de transport al informațiilor printr-un sistem de comunicații.

## Elemente de bază

Așa cum sugerează și numele, un pachet este un container pentru un mesaj, de genul unui colet diplomatic sau plic. Pachetul păstrează datele. În plus, în cele mai multe sisteme care lucrează cu pachete, el mai conține o adresă și, deseori, o descriere a

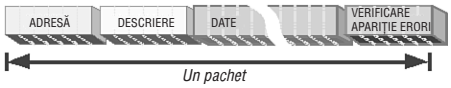



**FIGURA 20.2**
*Elementele care compun un pachet de date obișnuit.*

conținutului. Pachetele mai pot include date suplimentare pentru a proteja integritatea conținutului – de exemplu, o anumită schemă de detectare a erorilor sau o schemă de corectare a erorilor. În Figura 20.2 sunt reprezentate grafic elementele care compun un pachet de date obișnuit.

Protocolul de comunicație stabilește cu exactitate ce elemente intră în alcătuirea unui pachet. În general, toate pachetele au cam aceeași structură. Ele încep de obicei cu un șir de caractere (simboluri) care permit sistemelor legate la canalul de comunicație să recunoască în modelul din biți care urmează un pachet.

Fiecare pachet are o adresă care îi indică destinația. Dispozitivele care ascultă canalul de comunicație verifică adresa. Dacă aceasta nu se potrivește cu adresa lor proprie sau dacă nu indică difuzarea pachetului la toate dispozitivele, ignoră restul pachetului – cu alte cuvinte, pachetul poartă o adresă de destinație echivalentă cu „ocupat". Echipamentul de comunicații este destul de „bine educat" pentru a nu asculta mesajele care au altă destinație.

Cele mai multe pachete includ și o schemă de identificare a informațiilor, care comunică destinatarului cum să prelucreze datele. De exemplu, un pachet poate conține o marcă pentru deosebirea comenzilor de datele obișnuite.

Conținutul pachetului este format din datele transmise. Pachetele variază ca dimensiune, deci și prin cantitatea de date pe care o conțin. Deși nu există restricții minime și maxime, cele mai multe pachete au dimensiunea cuprinsă între 256 și 2048 de octeți.

## Tratarea erorilor

Dat fiind faptul că nici un canal de comunicație nu este ferit de erorile de transmisie, cele mai multe pachete includ informații pentru detectarea sau corectarea erorilor. Principiul care stă la baza detectării erorilor este simplu: sunt folosite informații duplicate sau redundante, pe care le puteți compara cu originalul. Deoarece erorile de comunicație sunt întâmplătoare, este puțin probabil ca ele să afecteze ambele copii ale datelor transmise. Comparați cele două copii transmise și, dacă nu sunt identice, puteți fi sigur că una dintre ele a fost modificată în timpul transmisiei și a devenit eronată.

Multe sisteme de comunicații nu folosesc algoritmii complecși de corectare a erorilor utilizați în sistemele de stocare a datelor și în memoriile de calitate ridicată. Sistemele de comunicații beneficiază de un lux pe care sistemele de stocare nu îl au: pot avea oricând o a doua șansă. Dacă în timpul transmisiei apare o eroare, sistemul poate repeta transmisia până când destinatarul primește o copie fără erori.

Ca funcție a protocolului de comunicație, pachetele fac parte din standardul software folosit de sistemul de comunicație. Chiar și în aceste condiții, ele sunt elemente de bază în funcționarea corectă și fiabilă a componentelor hardware – a întregului sistem de comunicație.

## Istoric

Aproape orice sistem modern de comunicații seriale folosește pentru transmisia datelor pachete de un anumit tip. Privită retrospectiv, ideea de utilizare a pachetelor pare, evident, modul logic de organizare a datelor. De fapt, conceptul de utilizare a pachetelor ca o metodă de rutare sigură a datelor prin sistemele de comunicații apare ca o invenție

cu o istorie foarte clară. Primele noțiuni referitoare la conceptul de comunicații de date bazate pe pachete datează din 1960, când Paul Baran, care lucra la Rand Corporation, a avut ideea de realizare a unei rețele redundante cu comutare de pachete. La momentul respectiv, nici o firmă nu a acceptat ideea, deoarece principalul furnizor de echipamente de telecomunicații din Statele Unite, AT&T, a considerat că nu poate fi construit un sistem (sau o rețea) de comunicații bazat pe pachete. AT&T a preferat să utilizeze comutarea semnalelor, o tehnologie cu care compania s-a familiarizat timp de un secol.

În anul 1965, Donald Watts Davies, care lucra la British National Physics Laboratory, a enunțat ideea comunicațiilor prin pachete (independent de Baran), și tot el a fost cel care a inventat numele de „pachet" (packet). Baran le-a numit blocuri de date și versiunea sa de comutare a pachetelor a fost numită „distributed adaptive message block switching" (comutare adaptivă și distribuită de blocuri de mesaje). Strămoșul direct al Internetului de astăzi, ARPAnet (vezi capitolul următor), a cărui dezvoltare a început în 1966, este considerat primul sistem de comunicații care a folosit cu succes comutarea pachetelor.

## Magistrala serială universală

În 1995 existau trei neajunsuri ale porturilor seriale moștenite care îi sâcâiau pe dezvoltatorii de PC-uri. Erau lente, pline de dificultăți de interconectare și restrictive, permițând legarea a doar un dispozitiv pentru fiecare conector de port din spatele unui PC. Hotărâte să proiecteze o interfață mai bună, firmele Compaq, Digital, IBM, Intel, Microsoft, NEC și Northern Telecom și-au unificat eforturile și au pus bazele pentru *magistrala serială universală (Universal Serial Bus)* – cunoscută mai bine ca USB. La sfârșitul anului respectiv, ei au constituit forumul implementatorilor magistralei seriale universale (Universal Serial Bus Implementers Forum), iar în 1996 au prezentat lumii noua interfață.

Căutând să înlocuiască atât modelele moștenite pentru portul serial, cât și pentru portul paralel, interfața USB a corectat toate cele trei probleme. Astfel, pentru îmbunătățirea performanței, a primit o rată de date de 12 Mbiți/sec (cu o rată alternativă de schimbare a semnalelor pentru dispozitivele de mică viteză de 1,5 Mbiți/sec). Pentru a elimina problemele de cablare și grijile referitoare la genul conectorului (mamă sau tată), cablurile de joncțiune și tipurile de dispozitive, ei au dezvoltat un sistem de cablare simplu, cu exact un tip de cablu care servește toate cererile de interconectare. Iar pentru a permite unui jack din spatele PC-ului să trateze oricâte echipamente periferice sunt necesare, ei au proiectat sistemul astfel încât să accepte până la 127 de dispozitive pe fiecare port. În plus, au încorporat în interfață suportul Plug-and-play, astfel ca fiecare conexiune să fie auto-configurabilă. Ați putea chiar să conectați dispozitive noi în timpul funcționării și să le utilizați imediat fără a reîncărca sistemul de operare.

Modelul USB mai include o funcție opțională de distribuție a curentului, care permite unei singure conexiuni să furnizeze curentul electric necesar unui echipament periferic împreună cu conexiunea de date. Această caracteristică face posibilă realizarea de echipamente periferice ieftine, care nu au nevoie de sursă de alimentare proprie.

A fost un sistem de conectare la care s-a visat și timp de câțiva ani buni asta este tot ce s-a făcut. Chiar dacă primele produse USB au fost lansate destul de repede – Key Tronic a lansat pe piață în luna ianuarie 1997 o tastatură USB –, sistemul nu a avut un progres rapid. La începutul anului 1999, forumul implementatorilor USB a anunțat existența a 100 de produse USB disponibile pe piață, un procent mic față de numărul dispozitivelor care se conectează prin porturile moștenite. În luna mai 1999, un dezvoltator a descris situația USB ca fiind o „harababură".

Și mai rău este că, deși standardul USB nu a fost acceptat pe scară largă, succesorul său este deja în lucru. În luna februarie 1999 a început munca la versiunea 2.0 a interfeței USB.

Portul rămâne însă cea mai bună speranță a industriei pentru eliminarea confuziei existente în conectarea echipamentelor periferice. USB a fost o parte integrantă a standardului Device Bay (vezi Capitolul 26, „Carcasele“) și a fost recomandat ca element component pentru fiecare PC nou sub specificațiile comune Intel/Microsoft PC 99. În ciuda debutului greoi, USB oferă (sau va oferi) mecanismul de bază pentru conectarea la PC a aproape toate (dacă nu chiar toate) echipamentele periferice existente. Cu ajutorul unui conector USB, pot fi cuplate simplu și rapid la PC tot felul de dispozitive, de la tastaturi până la case electronice de marcat (cel puțin după „maturizarea“ standardului).

## Elemente de bază

Magistrala USB a fost proiectată în primul rând pentru utilizatorii care nu doresc să intre în detalii de instalare hardware; premisa care a stat la baza realizării interfeței USB a fost înlocuirea sistemului complicat de cablare cu un control software. Magistrala USB tratează printr-un sistem software ierarhizat toate problemele pe care le presupune interconectarea mai multor dispozitive cu performanțe și rate de date diferite. În timp, au fost introduse o nouă tehnologie și o terminologie proprie interfeței.

USB împarte dispozitivele hardware seriale în două clase: distribuitoare și funcții. Un *distribuitor (hub)* USB are prize (jackuri) în care pot fi cuplate funcțiile. O *funcție* USB este un dispozitiv care efectuează o operație. Proiectanții USB au plecat de la ideea că funcția poate fi orice aparat conectabil la calculatorul dumneavoastră, incluzând aici tastaturi, mouse-uri, modemuri, imprimante, plottere, scannere sau alte echipamente periferice.

USB nu este un simplu port punct-la-punct, ci este un fel de magistrală care vă permite conectarea la un singur jack din PC-ul dumneavoastră a mai multor echipamente periferice, toate dispozitivele folosind în comun aceleași semnale. Informațiile circulă prin magistrala de date sub formă de pachete și toate funcțiile sunt capabile să recepționeze toate pachetele. PC-ul dumneavoastră accesează funcțiile individuale atașând la pachete o adresă specifică destinatarului, astfel că numai funcția cu adresa respectivă operează asupra pachetelor care îi sunt adresate.

USB se prezintă utilizatorilor sub forma unui port, adică un jack plasat în spatele PC-ului sau într-un distribuitor. Chiar dacă portul USB poate lucra cu până la 127 de dispozitive, fiecare port USB fizic conectează un singur dispozitiv. Pentru a conecta mai multe dispozitive, aveți nevoie de mai multe jackuri. De obicei, un PC nou este echipat cu două porturi USB. Când vă sunt necesare mai multe porturi, adăugați un *distribuitor*, care oferă mai multe jackuri pentru a vă permite legarea mai multor dispozitive. Pentru a asigura câteva jackuri și porturi suplimentare la care să conectați mai multe dispozitive, puteți să legați distribuitoarele unul în celălalt.

Modelul USB este gândit ca un sistem ierarhic, cu distribuitoare conectate la distribuitoare care la rândul lor sunt conectate la alte distribuitoare. Deoarece fiecare distribuitor permite mai multe conexiuni, sistemul USB se dezvoltă ca un arbore – sau ca rădăcinile unui arbore. În Figura 20.3 vi se oferă o imagine de principiu a sistemului de cablare USB.

Pentru un sistem USB, PC-ul dumneavoastră acționează pe post de distribuitor de bază și este numit *gazdă (host)*. Circuitul din PC care controlează acest distribuitor și restul sistemului USB este numit *controller de magistrală*. Fiecare sistem USB are un singur controller de magistrală.

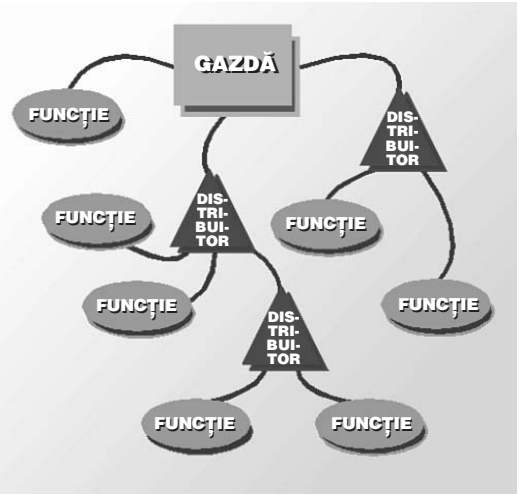



**FIGURA 20.3**
*Schema de interconectare ierarhică USB.*

Pentru sistemul USB nu contează ce dispozitiv conectați, în ce distribuitor sau pe ce nivel este situat un anumit dispozitiv în ierarhia de distribuitoare. Singurul lucru cerut de acest sistem este să interconectați corect toate componentele, respectând regula simplă a modelului – fiecare dispozitiv trebuie să fie conectat la un distribuitor – pentru că programul software USB efectuează sortarea întregului arbore. De fapt, programul care implementează *protocolul USB* este cea mai complexă componentă a standardului. Comparată cu acesta, componenta hardware este simplă – însă hardware-ul nu funcționează fără protocol.

Elementele hardware de cablare nu impun nici o limită asupra numărului de dispozitive și funcții care pot fi conectate într-un sistem USB. Puteți conecta distribuitoare în distribuitoare în distribuitoare, obținând astfel câte porturi doriți. În această privință, nu există limite. Datorită limitelor de adresare, protocolul restrânge numărul de funcții de pe o magistrală la 127. Pentru codificarea adreselor de funcții sunt alocați șapte biți, iar adresa cu numărul 128 este rezervată.

Este puțin probabil ca sistemele practice să depășească întregul potențial de interconectare al interfeței USB. Deși nu există nici un motiv teoretic care să vă împiedice să conectați toate cele 127 de dispozitive permise, din punct de vedere practic nimeni, niciodată, nu a atins această limită (cel puțin până acum). Numărul record de dispozitive conectate la un singur port USB este de 101, și a fost obținut la 14 septembrie 1998, la Palm Springs, California, într-o demonstrație a forumului dezvoltatorilor Intel.

Pe lângă această limită, există și o restricție impusă de sistemul de cablare distanței de la care puteți lega funcțiile la distribuitoare. Lungimea maximă a unui cablu USB este de 5 metri. Deoarece distribuitoarele pot regenera semnalele, sistemul USB se poate întinde la distanțe mai mari prin realizarea mai multor treceri prin distribuitoare.

Ca o parte a procesului Plug-and-Play, la pornirea PC-ului controllerul USB face un fel de apel al dispozitivelor. Controllerul interoghează fiecare dispozitiv pentru a afla funcția acestuia. După aceasta, construiește un fel de hartă pe care sunt localizate toate dispozitivele după numărul de distribuitor și de port. Aceste date devin parte a adreselor de pachete. Când driverul USB transmite datele spre port, le rutează către echipamentul corespunzător pe baza acestei adrese de distribuitor și port.

Datorită schemei de proiectare, cablarea unui sistem USB este ferită de probleme. Deoarece toate dispozitivele recepționează toate semnalele, nu trebuie să vă faceți nici un fel de problemă referitoare la rutare. Datorită faptului că fiecare port are un singur jack (priză) care acceptă un singur conector – un conector de un anumit tip – nu trebuie să vă preocupe adaptoarele, cablurile de joncțiune sau alte elemente hardware cerute pentru realizarea vechilor conexiuni seriale.

Pe de altă parte, USB are nevoie de un suport software specific. Orice dispozitiv care posedă un conector USB are și programul firmware necesar pentru a recunoaște semnalele și comenzile USB. Pentru ca sistemul USB să fie complet funcțional, este necesar ca și pe PC-ul dumneavoastră să ruleze un program software corespunzător. Sistemul de operare al PC-ului trebuie să cunoască modul de transmitere a semnalelor către porturile USB. În plus, fiecare funcție trebuie să posede un driver software potrivit. Driverul funcției creează comenzile sau împachetează datele pentru dispozitivul asociat. Un driver USB complet acționează ca un serviciu de livrare, punând la dispoziție un canal – care în terminologia USB este numit *pipe* – pentru rutarea datelor către diferite funcții. Ca urmare, pentru fiecare sistem USB nou adăugat la PC-ul dumneavoastră este nevoie să fie instalat și software-ul o dată cu conectarea echipamentelor hardware.

## Conectoarele

În sistemul USB pot fi folosite patru modele diferite de conectoare: două jackuri montate pe carcasă și două fișe la capetele cablurilor. Jackurile și fișele sunt realizate în două variante, A și B.

Distribuitoarele au *jackuri A*. Acestea sunt reprezentantele fizice de bază ale portului USB – sloturile USB late și subțiri care se găsesc în spatele PC-ului. *Fișa A* corespunzătoare este atașată la cablul de conectare al dispozitivului USB. În forma cea mai pură a sistemului USB, acest cablu este fixat permanent la dispozitiv și nu mai este nevoie de alte conectoare sau fișe.

Această configurație se va răspândi probabil atunci când producătorii vor descoperi că pot reduce costul unui conector prin integrarea cablului. Din nefericire, prea mulți fabricanți au descoperit că prin plasarea unui jack pe dispozitivele USB proprii economisesc costul cablului neincluzându-l în același pachet cu dispozitivul.

Pentru a adapta dispozitivele cu cablurile detașabile (și pentru a împăca producătorii care nu doresc să adauge costul a câteva zeci de centimetri de cablu la prețul dispozitivelor USB), standardul USB permite și utilizarea unui al doilea model pentru fișă și jack, diferit de primul, care poate fi folosit doar pentru intrările în dispozitivele USB. Dacă un dispozitiv USB (altul decât un distribuitor) are nevoie de un conector pentru a permite detașarea cablului, folosește un jack USB B, care are forma unui orificiu mic, aproape pătrat, în care introduceți fișa B corespunzătoare.

Motivul care a stat la baza realizării mai multor tipuri de conectoare a fost prevenirea și nu cauzarea confuziei. Toate cablurile USB au o fișă A la un capăt și o fișă B la celălalt capăt. Unul dintre capete trebuie să fie atașat la un distribuitor, iar celălalt capăt la un alt dispozitiv. Practic, nu aveți cum să greșiți în operația de conectare a unui dispozitiv într-un sistem USB.

Deoarece toate prizele A sunt ieșiri și toate prizele B sunt intrări, există o singură formă de cablu USB detașabil – cablul care are o fișă A la un capăt și o fișă B la celălalt capăt. În nici o schemă de cablare USB nu sunt necesare cabluri încrucișate sau adaptoare.

## Cablul

Pentru realizarea cablării fizice a unui sistem USB se folosește un cablu special cu patru fire. În acest cablu există două conductoare care transferă datele sub forma unui semnal digital diferențial. Aceasta înseamnă că tensiunile de pe cele două fire conductoare au aceeași valoare și polaritate opusă, astfel încât la scăderea uneia din cealaltă (pentru calculul diferenței) este anulat orice zgomot parazit care în mod obișnuit s-ar adăuga în

mod egal la semnalul de pe fiecare linie. Pe lângă aceste fire, cablul USB mai conține un semnal de alimentare (o tensiune continuă cu valoarea nominală de 5 volți) și o masă de retur. Semnalul de alimentare permite furnizarea energiei de alimentare pentru dispozitivele seriale externe prin cablul USB.

Cele două fire de date sunt torsadate. Și cablurile de alimentare pot fi torsadate, dar nu este obligatoriu.

Pentru obținerea ratei sale ridicate de date, în specificația USB se prevede controlul atent al anumitor caracteristici fizice ale cablului. Chiar și în aceste condiții, lungimea maximă permisă de orice cablu USB este de cinci metri.

Lungimea cablului este limitată de căderea inevitabilă de tensiune suferită de semnalul de alimentare. Toate firele au o anumită rezistență la fluxul electric, iar această rezistență este proporțională cu diametrul firului. De aceea, firele cu diametre mai mici (firele mai subțiri) au rezistențe mai mici. Pentru realizarea unor cabluri mai lungi se folosesc fire cu diametre mai mici. Pentru lungimea maximă de cablu, specificația USB prevede folosirea unor fire de calibrul 20 (standard S.U.A.), care sunt cu două numere mai mici decât un cablu de alimentare obișnuit.

Pentru codificarea firelor individuale din cablurile USB se folosesc culori. Semnalele de date formează o pereche verde-alb, culoarea verde fiind folosită pentru semnalul +Data. Firul roșu transmite semnalul de +5 volți. Firul de masă este colorat în negru. În Tabelul 20.2 este prezentat pe scurt acest cod al culorilor.

**Tabelul 20.2** Codul culorilor folosit la cablurile USB

| *Semnal* | *Culoare* |
|---|---|
| + Data | Verde |
| - Data | Alb |
| VCC (alimentare) | Roșu |
| Masă | Negru |

În mod normal, nu puteți să conectați un PC la altul folosind interfața USB. Standardul apelează un singur controller USB în tot sistemul de interconexiuni. Fizic, sistemul de cablare vă împiedică să realizați o astfel de conexiune. Unii utilizatori au raportat că au văzut cabluri cu conectoare A la ambele capete, model care nu numai că este interzis de specificațiile USB, dar care în mod sigur schimbă sensul circuitelor de porturi din PC-ul dumneavoastră.

O excepție de la această regulă o reprezintă *cablul vișiniu* LapLink, creat și vândut de compania Traveling Software. Pe lângă proprietatea de a avea câte o fișă A la fiecare capăt, acest model are la mijloc o umflătură, asemenea unui șarpe care a înghițit o vacă. Umflătura ascunde un secret; conține circuitele active care controlează conexiunea și translatează comunicațiile pentru a permite unuia dintre cele două PC-uri să pară că este un dispozitiv USB obișnuit și nu o gazdă. Pentru ca o astfel de conexiune să funcționeze este nevoie de software suplimentar care (ce coincidență!) este vândut de Traveling Software.

## Suportul software

Cea mai mare parte dintre PC-urile noi încorporează unul sau a mai multe porturi USB. Însă pentru a folosi portul nu este suficient doar hardware-ul. Este nevoie și de un suport software, care de obicei se prezintă sub forma unuia sau a mai multor drivere

pentru sistemul de operare. Windows 98 și Windows 2000 includ suport pentru USB. Versiunea originală a sistemului Windows 95 nu conține un astfel de suport. Sistemele Windows 95 mai noi de versiunea 4.00950B (inclusiv aceasta) includ suport care va permite utilizarea interfeței USB. Windows NT 4.0 și versiunile mai vechi de NT nu au suport USB și nici nu există drivere de completare disponibile pentru ele. Pentru a folosi USB cu sisteme NT trebuie să faceți modernizarea la versiunea Windows 2000.

Rețineți că ultimele versiuni de Windows 95, care sunt capabile să folosească USB, au nevoie și de USB Supplement de la Microsoft pentru a face interfața funcțională. (Versiunile mai vechi de Windows 95 nu acceptă USB nici cu acest supliment). Chiar și acest supliment a avut probleme la început. Primele versiuni – în special 4.03.1212 – nu funcționau și nici nu inițializau porturile USB din anumite PC-uri. Pentru ca interfața USB să funcționeze normal, aveți nevoie de versiunea 4.03.1214 sau de o versiune mai nouă.

Dacă aveți deja instalat suplimentul USB 4.03.1212, nu puteți să îl înlocuiți pur și simplu cu versiunea 4.03.1214. Vechea versiune efectuează în registrul de configurare (Registry) al sistemului de operare modificări pe care noua versiune nu le poate anula. Înainte de instalarea noii versiuni de supliment trebuie să ștergeți trei intrări din registrul de configurare. Acestea sunt:

```
hkey_local_machine\enum\root\usb

hkey_local_machine\enum\usb

hkey_local_machine\enum\system\currentcontrolset\services\class\usb
```

## Codificarea datelor

Pentru a asigura integritatea semnalului de date de mare viteză, sistemul USB folosește o metodă care combină algoritmul de codificare NRZI[1] și schema de împănare cu biți (bit stuffing). Algoritmul NRZI indică o valoare logică 0 prin modificarea semnalului în timpul unei perioade date și o valoare logică 1 prin păstrarea semnalului la o valoare constantă în perioada respectivă. În Figura 20.4 este prezentată schema de translație NRZI. Observați cum tranzițiile din codul NRZI rezultat sunt declanșate de zerourile apărute în fluxul de date. Un flux continuu de valori logice 0 generează pe firele de semnal o succesiune de tensiuni înalte și joase, adică o undă rectangulară.

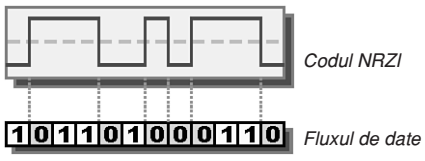



**FIGURA 20.4**
*Schema de codificare NRZI folosită de USB.*

Semnalul NRZI este util pentru că permite autosincronizarea. Aceasta înseamnă că permite sistemului receptor să regenereze ceasul direct din semnal. De exemplu, unda rectangulară a unui flux de valori 0 acționează ca un semnal de ceas. Receptorul își modifică sincronizarea proprie pentru a se potrivi cu acest interval. Acest semnal de sincronizare este păstrat și în situațiile în care în semnal apare o valoare logică 1, care nu provoacă nici o tranziție. La apariția unei tranziții noi, contorul de timp se resetează singur, făcând micile modificări care ar putea fi necesare pentru a compensa diferențele de sincronizare dintre emițător și receptor.

În mod obișnuit, un șir continuu de valori logice 1 ar trebui să genereze o tensiune constantă, adică un semnal fără tranziții. Dacă lungimea unei astfel de serii de valori

1 NRZI – acronim pentru Non-Return-To-Zero, Inverted. (n. trad.)

logice 1 este suficient de mare, ceasurile emițătorului și receptorului din sistem își pot pierde sincronizarea. Păstrarea sincronizării conexiunii se poate realiza cu ajutorul tehnicii de *împănare cu biți (bit stuffing)*.

Tehnica de împănare cu biți folosită de sistemul USB introduce o valoare 0 după fiecare șir continuu de șase valori logice 1. Ca urmare, această metodă garantează producerea unei tranziții la cel mult șapte cicluri de ceas. Când sistemul receptor nu detectează nici o tranziție după șase cicluri de ceas și apoi recepționează tranziția în al șaptelea ciclu, poate reseta contorul de timp. De asemenea, nu ia în considerare bitul împănat și înregistrează tranziția (sau lipsa tranziției) care apare în următorul ciclu de ceas ca fiind următorul bit de date.

## Protocolul

La fel ca toate interfețele nou apărute, modelul USB folosește un protocol bazat pe pachete.

Toate transferurile de mesaje presupun schimbarea a trei pachete. Schimbul este început de gazdă, care trimite în exterior un *pachet token*. Pachetul token conține adresa dispozitivului desemnat să participe la transfer, ca și informațiile de control care descriu natura schimbului. Un *pachet de date* păstrează informațiile care trebuie schimbate. În funcție de tipul transferului, pachetul de date este transmis fie de gazdă, fie de dispozitiv. În ciuda numelui, pachetul de date poate să nu conțină informații. Schimbul se termină cu un *pachet de dialog de confirmare (handshake packet)*, care confirmă recepționarea corectă a datelor sau încheierea cu succes a transferului. Al patrulea tip de pachet, denumit special, tratează funcțiile auxiliare.

Toate pachetele trebuie să înceapă cu două componente, un câmp de sincronizare și un câmp de identificare a pachetului. Fiecare dintre aceste componente are lungimea de 1 octet.

*Câmpul de sincronizare (Sync Field)* este format dintr-o serie de biți care produc un șir compact de tranziții de impulsuri folosind schema de codificare NRZI cerută de standardul USB. Aceste impulsuri funcționează ca o rafală consecventă de impulsuri de ceas, care permite tuturor dispozitivelor conectate la magistrala USB să își reseteze ceasurile și să se sincronizeze cu gazda. În formă codificată, câmpul de sincronizare apare ca trei impulsuri de activare/dezactivare urmate de o marcă având lățimea a două impulsuri. Înainte de codificare, datele brute au valoarea 00000001 (binar), chiar dacă datele nu au nici un înțeles pentru că nu vor fi decodificate niciodată.

*Octetul identificator de pachet (Packet Identifier)* include patru biți care definesc natura pachetului și patru biți de verificare, care confirmă acuratețea primilor patru. În locul unei copii simple, biții de verificare iau forma complementului față de 1 al biților de identificare reali (fiecare 0 devine 1). Cei patru biți furnizează un cod care permite definirea a 16 tipuri diferite de pachete.

USB folosește cele 16 valori într-o schemă ierarhică pe două niveluri. Cei mai semnificativi doi biți specifică unul dintre cele patru tipuri de pachete. Cei mai puțini semnificativi doi biți sunt folosiți pentru divizarea tipurilor de pachete în subcategorii. Tabelul 20.3 conține câmpurile de identificare a pachetului (PID) pentru cele patru tipuri de bază de pachete USB.

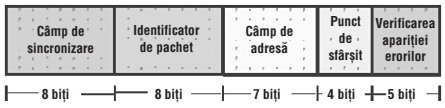
**Tabelul 20.3** Valorile câmpurilor de identificare a pachetelor USB

| *Modelul din biți* | *Tipul de pachet* |
|---|---|
| XX00XX11 | Pachet special |
| XX01XX10 | Pachet token |
| XX10XX01 | Pachet de dialog de confirmare |
| XX11XX00 | Pachet de date |

## Pachetele token

Pachetele token pot fi transmise numai de gazdele USB. Fiecare pachet token ocupă patru octeți, care sunt împărțiți în cinci zone cu funcții distincte. Figura 20.5 prezintă grafic structura (macheta) unui pachet token.

**FIGURA 20.5**
*Părțile funcționale ale unui pachet USB token.*




Primii doi octeți au formatul standard al tuturor pachetelor USB. Primul octet este un câmp de sincronizare care marchează începutul fluxului de biți al pachetului token. Al doilea octet reprezintă *identificatorul de pachet*.

Octetul PID definește patru tipuri de pachete token. Acestea sunt: un pachet Out (Extern) care transportă date de la gazdă la un dispozitiv, un pachet In (Intern) care transportă date de la dispozitiv la gazdă, un pachet Setup (Configurare) care indică un anumit punct de sfârșit și un pachet Start of Frame (Început de cadru), care ajută la sincronizarea sistemului. Tabelul 20.4 prezintă corespondența dintre codul PID și tipul de pachet token.

**Tabelul 20.4** Tipurile de pachete token

| *Octetul de identificare a pachetului* | *Tipul de pachet* |
|---|---|
| 00011110 | Out |
| 01011010 | Start of Frame (SOF) |
| 10010110 | In |
| 11010010 | Setup |

Pentru pachetele token In, Out și Setup, în cei șapte biți care urmează câmpului de identificare (PID) este codificat *câmpul de adresă (Address Field)*, care identifică dispozitivul pe care gazda dorește să îl comande sau căruia dorește să îi transmită date. Alți patru biți suplimentari indică un număr corespunzător *punctului de sfârșit (Endpoint)*. Un punct de sfârșit este o secțiune adresabilă individual a unei funcții USB. Punctele de sfârșit oferă proiectanților de hardware flexibilitatea de divizare a unui singur dispozitiv în mai multe unități separate logic. De exemplu, o tastatură care încorporează un trackball poate avea o adresă generală pentru a acționa ca o singură funcție USB. Atribuirea de puncte de sfârșit individuale secțiunii de tastatură și secțiunii de trackball permite proiectanților de dispozitive să adreseze individual fiecare parte a tastaturii complete.

Pachetele Start of Frame diferă de alte pachete USB prin faptul că sunt difuzate către toate dispozitivele. Toate dispozitivele le recepționează și le decodifică, însă nu dau

confirmare pentru ele. Cei 11 biți care în mod normal formează câmpurile adresă și punct de sfârșit indică un număr de cadru. Gazda trimite câte un pachet Start of Frame la fiecare milisecundă, definind astfel (după cum sugerează și numele) începutul cadrului de o milisecundă din sistemul USB. Tot gazda atribuie incremental numerele de cadre, începând de la 0 și adăugând 1 pentru fiecare cadru transmis. Atunci când ajunge la valoarea maximă, care poate fi formată din 11 biți (3.072 în zecimal), reîncepe numerotarea de la 0. În Figura 20.6 este o reprezentare grafică a unui pachet Start of Frame.

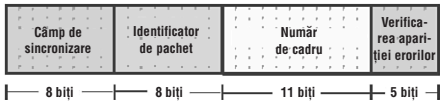



**FIGURA 20.6**
*Componentele unui pachet USB token Start of Frame.*

Toate pachetele token se termină cu cinci biți care conțin informațiile de verificare ciclică prin redundanță (CRC). Datele CRC asigură verificarea integrității câmpului de adresă și a punctului de sfârșit. Aceste informații nu includ și identificatorul pachetului (PID), care are o metodă proprie, internă, de corectare a erorilor.

## Pachetele de date

Informația propriu-zisă este transferată prin sistemele USB sub formă de pachete de date.

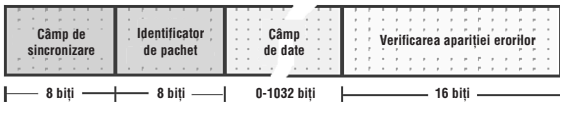



**FIGURA 20.7**
*Elementele care compun un pachet de date USB.*

Ca și celelalte pachete USB, un pachet de date începe cu un câmp de sincronizare cu lungimea de un octet, urmat de un identificator de pachet. În continuare urmează datele, într-o secvență care poate avea de la zero până la 1.023 de octeți. Corectitudinea câmpului de date este asigurată printr-un câmp de verificare ciclică prin redundanță, care are lungimea de doi octeți. Valoarea din câmpul PID este obținută pe baza propriului mecanism de verificare prin redundanță. Figura 20.7 conține o reprezentare grafică a unui pachet de date USB.

Câmpul PID definește aparent două tipuri de pachete de date, Data 0 și Data 1. Tabelul 20.5 conține codurile aplicate acestor pachete. Însă, funcțional, cele două tipuri de date (și de aici și câmpul PID) formează un sistem suplimentar de verificare a apariției erorilor între expeditorul și receptorul datelor. Expeditorul comută între Data 0 și Data 1 pentru a indica faptul că a recepționat o confirmare validă a primirii pachetului de date anterior. Cu alte cuvinte, confirmă confirmarea.

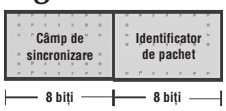
**Tabelul 20.5** Tipurile de pachete de date USB

| *Identificatorul pachetului* | *Tipul de pachet de date* |
|---|---|
| 00110011 | Data 0 |
| 10110010 | Data 1 |

De exemplu, expeditorul transmite un pachet de date de tipul Data 0. După ce destinatarul reușește decodificarea cu succes a pachetului, trimite înapoi la expeditor un semnal de confirmare sub forma unui pachet de dialog de confirmare. Dacă expeditorul a recepționat și a decodificat în condiții bune confirmarea, următorul pachet de date transmis va fi de tip Data 1. Din această modificare în tipul pachetului de date, destinatarul înțelege că semnalul de confirmare a fost recepționat cu succes.

### Pachetele de dialog de confirmare

**FIGURA 20.8**
*Componentele unui pachet de dialog de confirmare USB.*




Pachetele de dialog de confirmare au lungimea de doi octeți și conțin un câmp de sincronizare și un identificator de pachet. În Figura 20.8 este prezentat grafic un pachet de dialog de confirmare USB.

## USB 2.0

La 23 februarie 1999, un grup nou condus de Compaq, Hewlett-Packard, Intel, Lucent, Microsoft, NEC și Philips a anunțat că a început dezvoltarea unui standard USB revizuit, versiunea 2.0.

Modificarea principală este creșterea performanței, care urcă viteza magistralei de la 12 Mbiți/sec până la 120-240 Mbiți/sec. Noul sistem va încorpora toate protocoalele vechiului model și se așteaptă să fie complet compatibil cu acesta. Dispozitivele vor negocia la cea mai mare viteză comună și vor folosi această viteză pentru transferuri. Conectoarele și cablurile vor rămâne probabil neschimbate.

Deoarece noile seturi de cipuri care suportă aceste viteze de lucru nu vor fi cu mult mai scumpe decât cele existente, performanța crescută a standardului USB 2.0 va fi în principiu gratuită. Dezvoltatorii se așteaptă ca majoritatea producătorilor de PC-uri să treacă la noul standard după ce acesta va deveni disponibil, probabil în cursul anului 2000.

În momentul anunțării noii versiuni, dezvoltatorii acesteia au sperat ca până la sfârșitul anului 1999 să aibă pregătită o specificație tehnică preliminară, pe care să o plaseze pe situl Web USB.

## Standardul

Standardul USB este întreținut de Forumul implementatorilor USB, care poate fi contactat la adresa:

USB Implementers Forum
5440 SW Westgate Dr.
Suite 217
Portland, OR 97221
Telefon: 503-296-9892
Fax: 503-297-1090

Puteți să descărcați o copie completă a versiunii curente a specificațiilor de pe situl Web USB, de la adresa `www.usb.org`.

# IEEE 1394

Cunoscută și cu numele FireWire sau I.link sau DV, IEEE 1394 este o interfață serială destinată dispozitivelor cu productivitate mare, cum sunt hard-discurile și unitățile de bandă, ca și dispozitivelor multimedia de consum, cum sunt aparatele foto digitale, videocasetofoanele digitale cu înregistrare și televizoarele digitale. Inițial, IEEE 1394 a fost conceput ca o interfață de uz general, cu scopul înlocuirii porturilor seriale moștenite, dar cu o viteză mult mai mare. Cu alte cuvinte, a apărut cu aceeași destinație ca și USB. Însă, o dată cu trecerea timpului, interfața a fost refăcută astfel încât să fie complementară cu USB. Acolo unde USB a ales calea mai lentă, IEEE 1394 a mers pe cea rapidă – adică pe drumul cu viteză mare.

În cea mai mare parte, IEEE 1394 este o interfață hardware. Sunt specificate viteze, timpi și un sistem de conexiuni. Componenta software se bazează pe SCSI. De fapt, IEEE 1394 este una dintre cele câteva interfețe hardware incluse în standardele SCSI-3.

Un port IEEE 1394 are capacitatea de a lega toate dispozitivele de mare viteză de care are nevoie în mod normal PC-ul dumneavoastră, conectând până la 16 echipamente periferice. Având un sistem de conectare mai simplu decât cel al componentelor stereo obișnuite, IEEE 1394 elimină confuziile de cablare care sperie utilizatorii cu „tehnofobie" și îi determină să nu încerce și să nu utilizeze tehnologia calculatoarelor. Dacă știți să introduceți un cablu de alimentare într-o priză din perete, atunci puteți conecta la PC chiar și un sistem multimedia foarte complex. Pe scurt, IEEE 1394 reprezintă soluția pentru introducerea tehnologiei calculatoarelor în activitățile recreative casnice și zilnice.

Chiar dacă sub forma FireWire interfața a găsit adepți printre utilizatorii calculatoarelor Apple Macintosh, acceptarea conexiunii IEEE 1394 printre utilizatorii și proiectanții de PC-uri este destul de înceată. La o conferință având ca tematică lucrul în rețea desfășurată la începutul anului 1999, consensul general a fost că IEEE 1394 realizează o conexiune splendidă pentru sistemul video digital, însă nu este foarte avantajoasă pentru dispozitivele de stocare de mare capacitate. Pe de altă parte, promotorii Device Bay (vezi Capitolul 26) au adoptat IEEE 1394 pentru transferurile de mare viteză. Chiar dacă sistemele de operare Microsoft existente în prezent nu oferă suport integral pentru IEEE 1394, atât Service Pack 1 pentru Windows 98, cât și prima versiune de Windows 2000 vor accepta implementarea OpenHCI a interfeței. De asemenea, firma Intel, care a promis mai demult suport IEEE 1394 inclus în seturile proprii de cipuri, s-a retras pe tăcute și a anunțat că ultimele seturi de cipuri nu vor include suport complet pentru IEEE 1394.

## Elemente de bază

Dezvoltarea noului standard a început cu mai mult de un deceniu în urmă, în luna septembrie 1986, când IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) a creat un grup de studiu care avea sarcina de a clarifica problemele din ce în ce mai mari ale standardelor seriale. După numai patru luni (în luna ianuarie 1987), grupul a elaborat deja conceptele de bază ale arhitecturii portului IEEE 1394, unele dintre ele regăsindu-se și în standardul actual – incluzând costul scăzut, o schemă de cablare simplificată și semnalele arbitrate, care acceptă mai multe tipuri de dispozitive. Pentru punerea la punct a celorlalte detalii, cum ar fi vitezele de operare și tehnologiile necesare pentru a le obține, a fost nevoie de mai mulți ani de proiectare, deoarece cerințele, viziunile și cercetătorii s-au schimbat în timp. Consensul asupra elementelor principale ale standardului – incluzând conectorul și gestionarea magistralei – s-a realizat abia în anul 1993, iar standardul a căpătat forma finală la sfârșitul anului 1994. Pentru a se atinge obiectivele propuse, a fost nevoie de realizarea a patru noi tehnologii, și anume: un sistem nou de codificare, care permite transferuri sigure la viteze mari pentru datele seriale, un sistem de configurare automată, care mută problemele de configurare de la nivelul utilizatorilor la setul de circuite al portului, un sistem de arbitrare bazat pe timp, care garantează că toate dispozitivele legate la un singur port au un acces corect și sigur, și o modalitate de livrare a datelor critice din punctul de vedere al timpului (cum sunt informațiile video), fără să fie afectat transferul datelor seriale.

IEEE 1394 este cu adevărat o ofertă pentru toate tipurile de utilizatori – pentru utilizatorii de PC-uri relativ experimentați din zilele noastre, pentru utilizatorul care în viitor va lucra de acasă și chiar pentru producătorii de calculatoare.

Secretul puterii standardului IEEE 1394 este viteza. Modelul inițial stabilește un protocol de transfer al datelor la viteza de 100 Mbiți/sec. În plus, standardul inițial a definit două rate mai mari de transfer al datelor (în vederea unor modernizări viitoare), de 200 și 400 Mbiți/sec. Ultimele versiuni au ridicat această rată de transfer la nivelul de 800 Mbiți/sec, iar noile propuneri promit să extindă capacitatea portului la 3200 Mbiți/sec. Pentru producători, costul interfeței IEEE 1394 se poate dovedi foarte ispititor. IEEE 1394 are capacitatea de a reduce costul conexiunilor externe ale PC-urilor, atât sub forma cheltuielilor bănești, cât și din punctul de vedere al utilizării panoului. Aceste economii sunt o consecință a modului în care a fost proiectat conectorul IEEE 1394. Standardul IEEE 1394 prevede folosirea unui singur conector din plastic, cu 6 fire, care înlocuiește cele mai multe conectoare standard de porturi dintr-un PC (dacă nu chiar pe toate). Ca și interfețele SCSI existente în prezent, un port IEEE 1394 vă permite conectarea mai multor dispozitive la un PC (actuala versiune are limita maximă de 16 dispozitive).

Conectorul îi va costa pe producători câțiva cenți, în timp ce doar conectoarele pentru un port RS-232C pot costa mai mulți dolari (și reprezintă un fragment semnificativ din prețul unui echipament periferic sau chiar din prețul PC-ului). În afară de acest aspect, un conector serial standard – conectorul trapezoidal cu 25 de pini – este prea mare pentru sistemele miniaturizate din zilele noastre. De exemplu, vechiul model de conector serial este prea mare pentru a avea loc pe o cartelă PC Card.

Pe măsură ce tot mai mulți utilizatori puțin experimentați încep să lucreze cu calculatoarele personale și încearcă să le conecteze în sisteme multimedia, configurarea și cablarea simplificate permise de interfața IEEE 1394 vor fi tot mai apreciate. Cea mai performantă interfață din zilele noastre, SCSI, este la fel de prietenoasă ca un urs înfometat trezit brusc din hibernare. Deși se bazează pe o tehnologie puternică, SCSI pune multe probleme legate de conectoare, cabluri, terminatoare și numere ID. Băieții deștepți și-au dat seama că cel mai bine este să nu te bagi într-un sistem complicat. În timp ce cablarea unui sistem SCSI înseamnă în primul rând respectarea unor reguli mult mai ciudate decât cele ale unui joc fantastic de aventuri, IEEE 1394 are o singură cerință de cablare: toate dispozitivele IEEE 1394 dintr-un sistem trebuie să fie conectate fără bucle. Nu există terminatoare de care să aveți grijă, nu există tipuri diferite de cabluri (cum sunt cele directe și încrucișate), nu există limite pentru lungimea cablului, nu sunt numere de identificare și nici probleme legate de schimbarea tipului de conector (mamă/tată). Cuplați pur și simplu un capăt al cablului IEEE 1394 într-un jack din spatele unuia dintre cele două dispozitive pe care doriți să le legați. Cum cele mai multe cabluri IEEE 1394 vor avea două sau trei jackuri, puteți interconecta rețele foarte complexe. Atâta timp cât între două dispozitive IEEE 1394 nu există decât o singură conexiune fizică, sistemul va funcționa. Aceste sistem este mai ușor de realizat decât un sistem stereo, deoarece nu există problema jackurilor de intrare și de ieșire.

Desigur, în profunzime standardul IEEE 1394 este mult mai complex. IEEE 1394 nu realizează o simplă conversie a datelor paralele din PC în format serial, ci este un sistem complex de comunicații, cu un protocol propriu de transfer, care are nevoie de circuite integrate noi, specifice aplicațiilor. Deși inițial se aprecia că aceste interfețe vor fi scumpe – s-a estimat un preț de 15 dolari pentru un dispozitiv IEEE 1394 – costul circuitelor standard din siliciu a scăzut în timp ce costul conectoarelor a continuat să crească. Mai mult, acest cost nu este diferit prea mult de cel al dispozitivelor seriale folosite în prezent, în care un singur circuit UART 16550AFN poate costa între 5 și 10 dolari. Așa cum interfața AT, care este mult mai complexă din punct de vedere electric, a înlocuit vechile interfețe pentru hard-discuri, IEEE 1394 este pregătit să ia locul portului serial.

## Performanțe

Pentru utilizatorii contemporani de PC-uri, viteza este probabil cel mai important aspect al interfeței IEEE 1394. Conexiunile seriale oferă simplitatea, dar și restricțiile impuse de transferul unui singur bit la un moment dat printr-un canal de date de capacitate mică. De exemplu, portul serial moștenit din PC-ul dumneavoastră poate opera la o viteză maximă de transfer de 115.200 biți pe secundă. Cu toate că această rată maximă de transfer este stabilită de baza de timp (modelul de sincronizare) a PC-ului original IBM din 1981, unele probleme electrice de genul interferențelor și al capacității firelor au determinat reducerea substanțială a ratelor de date obținute prin transmisii RS-232 în cazul conexiunilor mai lungi.

Spre deosebire de această interfață, IEEE 1394 operează începând de la o rată brută de date de 100 Mbiți/sec și ajunge la viteze mult mai mari. Implementarea Device Bay a standardului de conexiune solicită o viteză minimă de 800 Mbiți/sec. Modificările efectuate în prezent urmăresc creșterea vitezei permise de standard la valoarea de 3.200 Mbiți/sec.

Cu toate că, din cauza modului de lucru pe pachete și a cerințelor de adresare și arbitrare, IEEE 1394 impune o creștere substanțială a operațiilor software, circuitul oferă în continuare o lățime de bandă suficient de mare pentru a transporta simultan trei semnale video sau 167 de semnale audio de calitate CD la rata de bază de 100 Mbiți/sec. În forma curentă, interfața permite hard-discurilor să atingă rate de transfer de 10 Mbiți/sec, ca și conexiunile Fast SCSI-2.

## Sincronizarea

Pentru circuitele de mare viteză, siguranța în exploatare constituie o mare problemă, iar proiectanții interfeței IEEE 1394 au fost confruntați cu o sarcină foarte dificilă. IEEE 1394 depinde de sincronizarea precisă mai mult decât un actor de comedie. Semnificația fiecărui bit dintr-o transmisie de date depinde de momentul în care a fost înregistrat bitul respectiv. La ratele mari de date cu care operează IEEE 1394, fluctuația semnalului devine o problemă majoră. Fiecare bit trebuie să fie definit pentru a se încadra cu precizie într-un cadru cu lungimea de 10 miliardimi de secundă; cea mai mică eroare de sincronizare poate determina apariția unei erori în transmisia datelor. Încă din etapa de proiectare a interfeței IEEE 1394, inginerii au încercat să elaboreze scheme de codificare pentru eliminarea problemelor legate de fluctuație. În final, ei au creat un sistem de semnale complet nou.

Conexiunile de date din sistemul IEEE 1394 folosesc semnale diferențiale în scopul minimizării zgomotelor. Porturile seriale moștenite folosesc semnale nesimetrice (simple). Pe un fir sunt transferate datele, iar conexiunea de masă are rolul de cale de retur. În sistemul de semnalizare diferențial, sunt folosite două fire care transportă același semnal, însă cu polarități diferite. Echipamentul de recepție scade valoarea semnalului primit pe un fir din valoarea celuilalt semnal, datele fiind diferența celor două semnale. Avantajul acestei scheme este acela că orice zgomot este reflectat identic de cele două fire. Când echipamentul de recepție efectuează diferența între valorile semnalelor de pe cele două fire, zgomotul este eliminat; diferența dintre cele două semnale parazite de valori egale este zero.

În proiectarea interfeței IEEE 1394 s-a mers și mai departe, folosindu-se *două* perechi de fire diferențiale. O pereche are rolul de a transporta datele; a doua pereche, denumită *linie de strob* (strobe line), complementează starea perechii de date astfel încât la fiecare ciclu de ceas doar una dintre perechi își schimbă polaritatea. De exemplu, dacă pe linia

de date sunt transportați doi biți secvențiali care au aceeași valoare, linia de strob își inversează polaritatea pentru a marca tranziția dintre ei. Dacă o secvență de doi biți modifică polaritatea liniilor de date (un 1 urmat de un 0 sau un 0 urmat de un 1), linia de strob nu își schimbă polaritatea. Suma dintre valorile transportate de liniile de date și de strob reface cu exactitate semnalul de ceas al sistemului emițător, permițând dispozitivelor de transmitere și recepție să se sincronizeze cu precizie.

## Configurarea

Ca și în cazul interfeței paralele SCSI, IEEE 1394 vă permite interconectarea mai multor dispozitive și folosește un sistem de adresare pentru ca semnalele transmise printr-un canal comun de date să fie recunoscute numai de dispozitivul care trebuie să le recepționeze. Dispozitivele interconectate pot comunica independent între ele fără să fie nevoie de intervenția PC-ului.

Însă pentru a comunica, dispozitivele trebuie să fie capabile să se identifice între ele. În cazul unui sistem SCSI, una dintre cele mai mari probleme este atribuirea identificatorului (ID) corespunzător fiecărui dispozitiv, deoarece pentru fiecare dispozitiv SCSI trebuie să efectuați configurarea comutatoarelor DIP și apoi să indicați opțiunile proprii la configurarea software. Prin procesul său automatizat de configurare, IEEE 1394 elimină toate aceste restricții.

Acest proces de configurare este lansat automat în execuție ori de câte ori este conectat un dispozitiv nou la sistemul IEEE 1394 (sau la activarea întregului sistem IEEE 1394). Cu ajutorul semnalelor transmise prin diversele conexiuni, fiecare dispozitiv determină locul său în sistem, fie că este nod rădăcină, ramură sau frunză. Fiecare sistem IEEE 1394 are o singură rădăcină, care reprezintă baza în jurul căreia se organizează restul sistemului. De asemenea, nodul rădăcină are și rolul de a transmite un semnal special de ceas. Dispozitivele IEEE 1394 care sunt legate printr-o singură conexiune sunt frunze; cele care se leagă la mai multe dispozitive sunt ramuri. După configurarea unei ierarhii de conexiuni, dispozitivele IEEE 1394 determină propriile numere de identificare pe baza locului ocupat în cadrul ierarhiei și trimit PC-ului gazdă informațiile de identificare (numărul și tipul dispozitivului).

## Arbitrarea

IEEE 1394 se bazează pe sincronizare și în funcționarea sistemului de arbitrare. La fel ca o conexiune SCSI, USB sau de rețea, IEEE 1394 transferă datele în pachete, un bloc de date fiind precedat de un antet, care specifică destinația datelor și prioritatea transferului. În sistemul IEEE 1394 de bază cablat, fiecare dispozitiv care partajează o conexiune împreună cu alte dispozitive are șansa de a transmite un pachet într-o perioadă de arbitrare denumită interval de corectitudine. Diferitele dispozitive au pe rând șansa de a utiliza magistrala. După transmiterea fiecărui pachet, există o mică pauză, denumită *interval de inactivitate (sub-action gap)*, după care un alt dispozitiv poate transmite pachetul propriu. Dacă nici un dispozitiv nu începe transmisia după terminarea intervalului de inactivitate, toate dispozitivele mai așteaptă puțin, creându-se un interval de resetare a arbitrării. După trecerea acestei perioade, începe un nou interval de corectitudine, și toate dispozitivele încearcă să mai transmită un pachet. Acest ciclu continuă până la încheierea transmiterii tuturor pachetelor.

Pentru a trata dispozitivele care trebuie să transmită un flux constant de date pentru afișarea în timp real, cum sunt semnalele video sau audio, IEEE 1394 folosește un mod izocron special. La fiecare 125 de microsecunde, dispozitivul din sistemul IEEE 1394 care

are nevoie de date izocrone transmite un pachet special de sincronizare, care semnalează dispozitivelor izocrone că pot transmite. Fiecare emițător de semnale transmite un pachet de date în funcție de prioritatea care i-a fost stabilită, lăsând între pachete câte o scurtă întârziere izocronă. Când întârzierea izocronă durează cât un interval de inactivitate, intră în acțiune dispozitivele care efectuează transferuri asincrone obișnuite, care lucrează până la sfârșitul ciclului de 125 de microsecunde, când începe următoarea perioadă izocronă.

Această schemă de lucru garantează că aparatele video și audio pot transfera datele în timp real cu ajutorul unor buffere de memorie de capacitate minimă. (Dispozitivele audio au nevoie de un buffer cu capacitatea de un octet; cele video pot ajunge la capacitatea de șase octeți!). Perioada de 125 de microsecunde corespunde frecvenței de eșantionare folosite de sistemele de telefonie digitală pentru a ajuta IEEE 1394 să se integreze ușor cu sistemele telefonice ISDN (Integrated Service Digital Network). (În perioada de dezvoltare a sistemului IEEE 1394, inginerii erau optimiști în ceea ce privește ISDN și pesimiști în privința ADSL).

Pentru producători, costul IEEE 1394 poate fi atrăgător. IEEE 1394 are capacitatea de a reduce costul conexiunilor externe ale PC-urilor, economisind atât banii, cât și suprafața panoului din spate. Aceste economii se datorează modului în care a fost conceput conectorul. IEEE 1394 folosește un singur conector din plastic, cu 6 fire, care înlocuiește cele mai multe (dacă nu chiar toate) conectoarele standard de porturi dintr-un PC. Similar cu sistemul SCSI, un port IEEE 1394 dintr-un PC permite conectarea mai multor dispozitive, limita maximă fiind de 16 în versiunea actuală.

Conectorul îi va costa pe producători câțiva cenți, în timp ce doar conectoarele pentru un port RS-232C pot costa mai mulți dolari (și reprezintă un procent semnificativ din prețul unui echipament periferic sau chiar din prețul PC-ului). În afară de acest aspect, un conector serial standard – conectorul trapezoidal cu 25 de pini – este prea mare pentru sistemele miniaturizate din zilele noastre. Indiferent de imaginația proiectanților și de munca depusă, un astfel de conector nu poate să încapă pe o placă PCMCIA.

Desigur, în profunzime standardul IEEE 1394 este mult mai complex. IEEE 1394 nu este realizat dintr-un simplu circuit UART, ci este un sistem complex de comunicații, cu un protocol propriu de transfer, care are nevoie de circuite integrate noi, specifice aplicațiilor. Deși inițial se aprecia că aceste interfețe vor fi scumpe – s-a estimat un preț de 15 dolari pentru un dispozitiv IEEE 1394 – costul circuitelor standard din siliciu a scăzut în timp ce costul conectoarelor a continuat să crească. Mai mult, acest cost nu este diferit prea mult de cel al dispozitivelor seriale folosite în prezent, în care un singur circuit UART 16550AFN poate costa între 5 și 10 dolari. La fel cum interfața AT, care este mult mai complexă din punct de vedere electric, a înlocuit vechile interfețe pentru hard-discuri, portul IEEE 1394 este pregătit să ia locul portului serial.

Ca și interfața paralelă SCSI, IEEE1394 vă permite interconectarea mai multor dispozitive și folosește un sistem de adresare pentru ca semnalele transmise printr-un canal comun de date să fie recunoscute numai de dispozitivul căruia îi sunt destinate. Dispozitivele interconectate pot comunica independent între ele, fără să fie nevoie de intervenția PC-ului dumneavoastră.

## Arhitectura

IEEE 1394 este un adevărat sistem ierarhic realizat din mai multe straturi, fiecare dintre acestea definind o componentă a conexiunii seriale. Astfel, arhitectura IEEE 1394 cuprinde: un strat de gestionare a magistralei, un strat de tranzacții, un strat de legătură și un strat fizic.

### Stratul de gestionare a magistralei

Această componentă a standardului IEEE 1394 definește funcțiile fundamentale de control, ca și regiștrii de control și de stare necesari dispozitivelor conectate pentru a utiliza porturile. Acest strat tratează atribuirea canalelor, arbitrarea, controlul și erorile.

### Stratul de tranzacții

Protocolul care guvernează tranzacțiile în sistemul IEEE 1394 se numește strat de tranzacție. Acest strat intermediază operațiile de citire și scriere. Pentru asigurarea corespondenței cu modul de funcționare a PC-urilor moderne, stratul de tranzacții este optimizat să lucreze cu cuvinte duble pe 32 de biți, chiar dacă standardul permite și operații cu blocuri de dimensiune variabilă. Modul de operare a acestui strat a fost inspirat din standardul IEEE 1212 de transfer paralel al datelor.

### Stratul de legătură

Controlul logic al datelor prin cablul IEEE 1394 este asigurat de stratul de legătură, care realizează transferul pentru stratul de tranzacții. Comunicațiile sunt transferuri semiduplex, însă stratul de legătură oferă și o confirmare a recepționării corecte a datelor. Chiar dacă sunt favorizate transferurile de cuvinte duble, stratul de legătură permite și schimburi de blocuri de lungime variabilă.

### Stratul fizic

Conexiunile fizice realizate de IEEE 1394 sunt guvernate de stratul fizic. Această componentă a standardului include atât un protocol, cât și mediul însuși. Substratul protocolului fizic controlează accesul la conexiune cu o arbitrare completă. Substratul mediului fizic include cablul și conectoarele.

Standardul de cablare IEEE 1394 permite până la 32 de segmente de câte 4,5 metri (aproximativ 15 picioare). Similar cu porturile de comunicații actuale, standardul vă permite conectarea și deconectarea echipamentelor periferice fără oprirea tensiunii de alimentare a acestora. Puteți să legați în lanț dispozitivele IEEE 1394 sau să ramificați cablul între ele. Atunci când efectuați modificări, rețeaua de dispozitive interconectate se va reconfigura automat pentru a reflecta schimbările.

## Cablarea

În forma inițială, componentele fizice ale sistemului IEEE 1394 vor fi firele din cupru. Cablul standard este un ansamblu complex de șase fire conductoare. Datele vor circula prin două perechi de fire torsadate și ecranate de tip AWG 28, cu o impedanță nominală de 110 ohmi. Pe lângă acestea, două fire de tip AWG 22 sunt destinate pentru circulația unui semnal de alimentare cu valoarea între 8 și 40 de volți, cu suficient curent pentru a alimenta cu energie echipamentele periferice conectate în sistem. Un alt înveliș de ecranare va acoperi toate perechile de conductoare. Legarea PC-urilor și a echipamentelor periferice la acest cablu se va realiza printr-un mic conector cu 6 pini, care este prezentat în Figura 20.9.

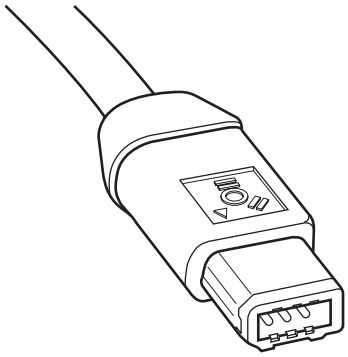


**FIGURA 20.9**
*Un conector IEEE 1394.*

Schema de cablare a sistemului IEEE 1394 depinde de fiecare dispozitiv conectat pentru transmiterea semnalelor mai departe. Scoaterea unui dispozitiv din priză poate bloca întregul sistem de conexiuni. Pentru a evita astfel de situații, interfața IEEE 1394 folosește propriile conexiuni de alimentare pentru a menține în stare de funcționare circuitele interfeței din dispozitivele inactive. Aceste linii de alimentare pot furniza suficient curent pentru funcționarea tuturor dispozitivelor din sistem. Cu toate că un singur dispozitiv poate consuma până la 40 de wați, nici un dispozitiv nu poate primi mai mult de 3 wați de pe magistrala IEEE 1394. Circuitele IEEE 1394 propriu-zise din fiecare interfață au nevoie de aproximativ 2 miliwați.

# IrDA

Ultimul lucru pe care îl doriți la un PC portabil este un cablu care să îl țină legat într-un anumit loc, cu toate că mai tot timpul trebuie să îl conectați la un dispozitiv sau altul. Chiar și o operație simplă, cum este copierea fișierelor de pe calculatorul notebook pe PC-ul desktop, poate să ridice probleme din cauza cablului. În afară de faptul că trebuie să introduceți ambele capete ale cablului în prizele corespunzătoare ale celor două calculatoare, iar căutarea conectorului din spatele calculatorului desktop nu este o operație cu mult mai elegantă decât pescuitul unei monede într-un bazin – și mai există și riscul de a scoate din greșeală un alt cablu de care veți avea nevoie mai târziu – trebuie să luați cu dumneavoastră cablul respectiv oriunde mergeți. Trebuie să existe și o metodă mai bună.

Și există. Puteți să vă conectați PC-ul la alte sisteme și componente cu ajutorul unui fascicul de radiații. Pe panoul din spate al multor PC-uri notebook puteți vedea un led transparent sau o fereastră de culoare roșu închis prin care sistemul poate trimite și recepționa fascicule de radiații infraroșii. Deși această tehnologie a avut inițial rolul de a permite legarea PC-urilor portabile la calculatoarele desktop, poate fi aplicată și pentru conectarea unor echipamente periferice, cum sunt modemurile și imprimantele, fără complicațiile pe care le presupune manevrarea unor cabluri.

## Istoric

În ziua de 28 iunie 1993, un grup de aproximativ 120 de reprezentanți de la 50 companii din domeniul calculatoarelor s-au întâlnit pentru o primă discuție referitoare la acest subiect. Prin crearea a ceea ce a fost cunoscut ulterior ca Asociația producătorilor de echipamente cu infraroșii (*Infrared Developers Association* sau IrDA), ei au urmărit mai mult decât să facă PC-ul mai ușor de transportat. Principalele obiective au fost proiectarea unor produse cu adaptabilitate mare și, în plus, găsirea unei metode de reducere a costurilor de fabricație.

Ideea de bază a acestei colaborări a fost de a crea un standard de utilizare a radiațiilor infraroșii pentru conectarea PC-ului dumneavoastră la echipamentele periferice și la alte sisteme. Această tehnologie este aplicată de mai mult timp, nu numai la telecomenzile televizoarelor și ale altor aparate electronice, ci și la anumite modele de PC-uri notebook aflate deja pe piață. Scopul noului grup de lucru a fost nu de a realiza o tehnologie nouă, ci de a stabili o bază comună, un standard care să permită tuturor aparatelor, indiferent de producător, să comunice cu calculatorul, utilizând aceleași semnale.

După un an de muncă, la 30 iunie 1994, grupul de lucru a aprobat primul standard. Specificația originală, cunoscută cu numele IrDA version 1.0, creează o variantă optică a portului standard RS-232C, cu aceeași structură de date și, din păcate, aceeași limitare a

vitezei de lucru. În luna august 1995, IrDA a mai parcurs o etapă și a aprobat standardul pentru echipamente de mare viteză, care a ridicat rata de transfer al datelor prin conexiuni fără fir la patru megabiți pe secundă.

## O vedere de ansamblu

Mai mult decât definirea unei tastaturi fără cablu, IrDA păstrează un avantaj datorită căruia este urmărit cu interes de producătorii de calculatoare – în special de cei care realizează produse ieftine. Acest standard poate reduce cu câțiva dolari costul unui sistem complex prin eliminarea unor componente hardware mai scumpe, cum ar fi unul sau două conectoare și un cablu. În comparație cu o altă tehnologie fără fir, comunicația prin unde radio, radiațiile infraroșii au nevoie de mai puțin spațiu pentru că nu folosesc decât un mic led în locul unei antene mult mai mari și mai scumpe. În afara acestui aspect, transmisiile în infraroșu nu sunt obligate să respecte regulile FCC, așa cum sunt transmisiile radio. Ele nu realizează nici un fel de interferențe cu aparatele radio, cu televizoarele, cu stimulatoarele cardiace sau cu liniile aeriene. Zona de acțiune a radiațiilor infraroșii este mult mai redusă decât cea a undelor radio și este restrânsă la un unghi foarte mic. Însă aceste limitări pot deveni folositoare pentru cei care sunt preocupați de securitatea transmisiilor.

Modelul original conceput de IrDA a fost un înlocuitor pentru cablurile seriale. Legătura a fost realizată sub forma unui sistem semiduplex. Deși comunicațiile se pot desfășura în ambele direcții, la un moment dat numai unul dintre partenerii de conversație poate transmite date.

Pentru a face ca această tehnologie să poată fi implementă ușor și ieftin cu ajutorul elementelor existente, s-au luat ca bază de plecare portul RS-232C standard și componentele acestuia (cum ar fi circuitele UART). Primul standard IrDA realizat pentru comunicațiile asincrone folosea același cadru de date ca RS-232C și cele mai răspândite rate de date prin circuitele UART, cele cuprinse între 2400 și 115.200 de biți pe secundă.

Pentru a păstra reduse nevoile de alimentare cu energie și a preveni interferența între mai multe sisteme situate în aceeași cameră, IrDA a definit o interval redus de lucru pentru acest sistem. Distanța dintre două dispozitive care vor să comunice prin semnale IrDA trebuia să fie de aproximativ un metru (trei picioare). Unele legături sunt mai sigure la distanța de doi metri.

De asemenea, sistemul IrDA concentrează fasciculul de raze infraroșii folosit pentru transportul datelor, deoarece difuzarea largă a fasciculului ar putea solicita mai multă energie pentru o distanță de lucru dată și poate cauza interferențe mai mari între echipamentele apropiate. Diodele cu laser folosite în sistemul IrDA își concentrează fasciculele într-un con cu deschiderea de aproximativ 30 de grade.

După proiectarea modelului inițial care înlocuia portul serial, IrDA a lucrat la adaptarea interfeței pentru înlocuirea porturilor paralele. Astfel s-a ajuns la crearea standardelor IrDA de mare viteză pentru transmisia datelor la rate de 0,576, 1,152 și 4 megabiți pe secundă. Pentru a obține cele două viteze mai mari, se folosește un sistem sincron bazat pe pachete, care are nevoie de un controller de comunicație bazat pe un dispozitiv hardware special. Acest controler monitorizează și controlează fluxul de informații dintre magistrala calculatorului gazdă și bufferele de comunicații.

Între sistemele IrDA de mică și mare viteză există mai multe diferențe importante. Deși IrDA a proiectat standardul de mare viteză pentru a fi compatibil cu echipamentele mai

vechi, pentru a obține viteze mari este nevoie de dispozitive hardware speciale. Cu alte cuvinte, deși dispozitivele IrDA de mare viteză pot comunica fără nici o problemă cu dispozitivele de viteză mai mică, viteza de comunicare dintre ele este limitată de dispozitivele de mică viteză. Fără o modernizare a hardware-ului, acestea nu pot opera la viteze mari.

IrDA definește nu numai componentele hardware, ci și formatul datelor folosit de sistem. Grupul a dat publicității șase standarde, care acoperă toate aceste aspecte ale comunicațiilor prin raze infraroșii. Componentele hardware formează *stratul fizic*. Pe lângă acest strat, IrDA definește *un protocol de acces la legătură*, denumit IrLAP, și *un protocol de gestionare a legăturii,* denumit IrLMP, care descriu formatele de date folosite pentru a negocia și a menține comunicațiile. Toate porturile IrDA sunt obligate să respecte aceste standarde. În plus, pentru a permite integrarea fără probleme a sistemului în calculatoarele personale moderne, IrDA a mai definit *un protocol de transport* și extensii *Plug-and-Play* opționale. Standardul IrCOMM elaborat de grup descrie o metodă standard prin care porturile infraroșii pot emula porturile seriale și paralele tradiționale ale PC-ului.

## Stratul fizic

Stratul fizic al sistemului IrDA cuprinde componenta hardware și metoda de transmisie. În comparație cu alte tehnologii seriale, hardware-ul de care este nevoie pentru un port IrDA pare să fie imaterial. De fapt, acest sistem este „fără fir“. Totuși, PC-ul dumneavoastră are nevoie de un port capabil să transmită și să recepționeze fasciculele de radiații invizibile.

Un număr din ce în ce mai mare de calculatoare notebook posedă facilități IrDA încorporate. De fapt, pentru noile modele de calculatoare notebook, IrDA este una dintre cele mai importante caracteristici.

În cazul calculatoarelor desktop, situația este cu totul alta. Standardul IrDA nu a pătruns încă în aceste tipuri de calculatoare. Din fericire, aveți posibilitatea de a atașa un port IrDA la fel de ușor cum se atașează un cablu serial. De exemplu, dacă se introduce într-un port serial dispozitivul denumit Adaptec AirPort, PC-ul obține un ochi optic prin care poate transmite și recepționa semnale IrDA.

AirPort face parte din prima generație de accesorii IrDA pentru calculatoare desktop. Prin natura sa, acest dispozitiv este limitat să lucreze la vitezele permise de un port serial standard. De fapt, acest port nici nu poate opera mai rapid decât semnalele pe care le primește. Porturile IrDA mai noi, care permit lucrul la viteze mari, au nevoie de o conexiune directă la magistrala de extensie a PC-ului dumneavoastră (sau de un port serial îmbunătățit, cum este Universal Serial Bus, despre care am discutat deja).

În oricare dintre cazuri, semnalele optice formează ceea ce IrDA a denumit stratul fizic al sistemului. Standardul IrDA definește foarte clar natura acestor semnale.

### Radiațiile infraroșii

Radiațiile infraroșii sunt radiații electromagnetice invizibile, care au o lungime de undă mai mare decât radiațiile vizibile. Dacă lungimile de undă pentru radiațiile vizibile variază între 400 de angstromi (violet) și 700 de angstromi (roșu închis), radiațiile infraroșii au lungimea de undă cuprinsă între 700 și 1.000 de angstromi sau mai mult. Standardul IrDA specifică faptul că semnalul infraroșu folosit de PC-uri pentru comunicații are o lungime de undă între 850 și 900 de angstromi.

## Ratele de date

Toate porturile IrDA trebuie să fie capabile să opereze la viteza de bază, care are valoarea de 9.600 de biți pe secundă. Toate celelalte valori de viteză sunt opționale.

Specificația IrDA permite toate valorile de viteză folosite în mod obișnuit de porturile seriale convenționale, de la 2.400 bps la 115.200 bps. Toate aceste viteze folosesc schema prestabilită de modulare, RZI (Return-to-Zero Invert). Standardul IrDA version 1.1 pentru dispozitivele de mare viteză mai adaugă trei viteze suplimentare, 576 Kbps, 1,152 Mbps și 4 Mbps.

Indiferent de intervalul de viteze implementat de un sistem sau folosit pentru comunicații, dispozitivele IrDA stabilesc inițial viteza de comunicație la valoarea de 9.600 bps cu ajutorul protocolului de acces la legătură (IrLAP). După ce cele două dispozitive interconectate stabilesc o viteză de comunicare comună (de obicei mai mare decât cea de bază), ele trec la noua viteză și o folosesc pentru transmisia datelor.

## Durata impulsului

Celula de radiații infraroșii a unui dispozitiv IrDA transmite datele sub formă de impulsuri. Spre deosebire de semnalele electronice logice din interiorul PC-ului dumneavoastră, care rămân relativ constante în timpul unui interval de ceas, impulsurile IrDA durează doar o fracțiune din perioada fundamentală de ceas (celula de biți). Spațiul relativ mare dintre impulsuri face ca fiecare impuls să fie mai ușor de recunoscut de către receptorul optic.

La viteze de până la 115.200 de biți pe secundă inclusiv, fiecare impuls de radiații infraroșii trebuie să aibă o lungime de minimum 1,41 microsecunde. Fiecare impuls de date IrDA durează în mod normal doar 3/16 din lungimea unei celule de biți, dar sunt acceptate și impulsurile cu durate mai mari cu până la 10 procente. De exemplu, fiecare celulă de biți a unui semnal de 9.600 bps poate dura 104,2 microsecunde (adică o secundă împărțită la 9.600). La această rată de date, un impuls IrDA obișnuit poate dura 3/16 din această perioadă sau mai exact 19,53 microsecunde.

La viteze mai mari, valorile minime ale impulsului sunt mult mai mici, variind între 295,2 nanosecunde la o rată de 576 Kbps și până la 115 nanosecunde la rata de 4 Mbps. La aceste viteze, durata nominală a impulsului reprezintă un sfert din dimensiunea celulei unui caracter. De exemplu, la 4 Mbps, fiecare impuls are o lungime de numai 125 de nanosecunde. Și în acest caz sunt permise impulsurile mai lungi cu până la 10 procente. În Tabelul 20.6 sunt prezentate pe scurt vitezele și duratele impulsurilor.

**Tabelul 20.6** Vitezele și modulările IrDA

| *Rata de transfer a semnalelor* | *Modularea* | *Durata impulsului* |
|---|---|---|
| 2,4 Kbps | RZI | 78,13 s |
| 9,6 Kbps | RZI | 19,53 s |
| 19,2 Kbps | RZI | 9,77 s |
| 38,4 Kbps | RZI | 4,88 s |
| 57,6 Kbps | RZI | 3,26 s |
| 115,2 Kbps | RZI | 1,63 s |
| 0,576 Mbps | RZI | 434,0 ns |

| *Rata de transfer a semnalelor* | *Modularea* | *Durata impulsului* |
|---|---|---|
| 1,152 Mbps | RZI | 217,0 ns |
| 4,0 Mbps | 4PPM, impuls simplu | 125 ns |
| 4,0 Mbps | 4PPM, impuls dublu | 250,0 ns |

## Modularea

În funcție de viteza la care funcționează o legătură, ea poate folosi una dintre cele două forme posibile de modulare. La viteze mai mici de 4 Mbps, sistemul folosește *modularea prin revenire la zero inversată* (Return-to-Zero Invert sau RZI). RZI nu este decât o descriere pretențioasă a unui proces simplu. Fiecare impuls reprezintă un 0 logic din fluxul de date. Valorile 1 logic nu primesc impuls în infraroșu. În Figura 20.10 este prezentată relația dintre codul digital original, semnalul logic electric echivalent și impulsurile IrDA corespunzătoare.

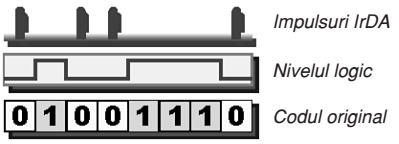



**FIGURA 20.10**
*Relația dintre codul original și impulsurile IrDA.*

La o rată de date de 4 Mbps, sistemul IrDA trece automat la *modularea în poziție a impulsurilor (pulse position modulation)*. Denumirea prescurtată este 4PPM, deoarece sistemul IrDA presupune patru poziții discrete ale unui impuls.

Modularea în poziție a impulsurilor folosește poziția temporală a unui impuls dintr-o perioadă de ceas pentru a indica o valoare discretă. În cazul modulației 4PPM, durata unei perioade de ceas este numită *durata simbolului* și este divizată în patru segmente egale denumite *fracțiuni*. Un impuls poate să apară în unul și numai în unul dintre aceste segmente de perioadă, iar valoarea sa este codificată de fracțiunea în care apare impulsul – poziția sa în cadrul duratei simbolului sau perioadei de ceas. De exemplu, cele patru fracțiuni pot fi numerotate 0, 1, 2 și 3. Dacă impulsul apare în fracțiunea 2, transportă o valoare 2 (în binar, înseamnă 10). Figura 20.11 prezintă poziția impulsurilor pentru cele patru coduri valide în standardul IrDA la viteza de 4 Mbps.

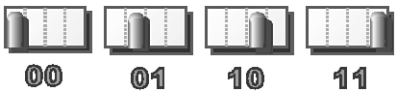



**FIGURA 20.11**
*Pozițiile impulsurilor pentru cele patru coduri valide ale modulării 4PPM în sistemul IrDA.*

În modularea 4PPM, sistemul IrDA folosește codificarea de grup. Fiecare impuls discret situat în una dintre cele patru poziții posibile indică una dintre cele patru combinații de doi biți. Astfel, pentru că fiecare impuls din sistemul IrDA 4PPM codifică doi biți, sunt suficiente patru perioade de ceas pentru a transfera un octet complet de date. În Tabelul 20.7 este prezentată corespondența dintre poziția impulsului și modelele din biți în cazul modulării 4PPM a sistemului IrDA.

**Tabelul 20.7** Corespondența între date și simboluri pentru codul 4PPM utilizat de IrDA

| *Perechea de biți de date* | *Simbolul 4PPM* |
|---|---|
| 00 | 1000 |
| 01 | 0100 |
| 10 | 0010 |
| 11 | 0001 |

Standardul IrDA cere ca datele să fie transmise numai în formatul pe opt biți. Din punctul de vedere al parametrilor portului serial convențional, un cadru de date pentru IrDA conține un bit de start, opt biți de date, nici un bit de paritate și un bit de stop, obținându-se astfel un total de zece biți pe caracter. Rețineți, totuși, că metoda de inserare a zerourilor poate crește lungimea unei transmisii, deși toate valorile 0 inserate sunt eliminate automat de receptor și nu intră în fluxul de date. Indiferent de forma de modulare folosită de sistemul IrDA, toți octeții sunt transmiși având pe prima poziție bitul cel mai puțin semnificativ.

## Împănarea cu biți

Ați reținut că în modularea RZI o secvență lungă de mai multe semnale 1 logic va suprima impulsurile pe întreaga durată a secvenței. De exemplu, o secvență a valorii de octet 0FF(Hex) nu va include impulsuri infraroșii. Dacă această suprimare este extinsă pe o perioadă suficient de lungă în timpul comunicațiilor sincrone, ceasurile emițătorului și receptorului pot deveni nesincronizate. Pentru a preveni pierderea sincronizării, sistemele IrDA de viteză medie utilizează o tehnică denumită *împănare cu biți (bit stuffing)*.

Sistemele IrDA de viteză medie operează sincron folosind cadre lungi de date care se sincronizează singure. Pentru a evita perioadele lungi fără impulsuri, aceste sisteme se bazează pe împănarea cu biți. După un număr predeterminat de semnale 1 logic apărute în fluxul de date, sistemul inserează automat un 0 logic. Acest 0 adaugă un impuls care permite emițătorului și receptorului să își sincronizeze ceasurile. Atunci când detectează o perioadă mai mare fără impulsuri, receptorul elimină automat impulsul străin introdus în fluxul de date.

Sistemele de viteză medie introduc un 0 la terminarea fiecărui șir de cinci 1 logic. Sistemul calculează suma CRC de corectare a erorilor înainte de introducerea semnalului străin. Receptorul elimină biții adăugați prin împănare înainte să efectueze calculul CRC.

Operația de împănare cu biți este cerută numai în timpul transmisiilor sincrone. Deoarece sistemele IrDA de viteză mică operează asincron, ele nu au nevoie de această operație. Împănarea cu biți nu este necesară nici sistemelor IrDA de viteză mare, pentru că modularea 4PPM garantează câte un impuls la fiecare perioadă de ceas.

## Formatul

Sistemul IrDA nu lucrează cu date la nivel de bit sau de octet, ci aranjează datele transmise sub formă de pachete, pe care specificația IrDA le mai numește *cadre*. Un cadru poate avea o lungime între 5 și 2.050 de octeți (și uneori chiar mai mulți). La fel ca în alte sisteme bazate pe pachete, un cadru IrDA include informații de adresă, date și elemente de corectare a erorilor, ultimele fiind aplicate la nivelul cadrului. Formatul cadrului este definit strict de standardul IrDA Link Access Protocol, care este discutat în secțiunea următoare, „Protocolul de acces la legătură“.

## Cadre anulate

Ori de câte ori un receptor detectează un șir de șapte sau mai multe semnale 1 logic consecutive – adică o absență a impulsurilor optice – termină imediat cadrul transferat și anulează datele recepționate (care sunt considerate invalide datorită lipsei datelor pentru corectarea erorilor). După aceasta, receptorul așteaptă următorul cadru corect, semnalat de un indicator de început de cadru (start-of-frame), un câmp de adresă și un câmp de control. Orice cadru care se termină în această structură sumară este denumit *cadru anulat*.

Un emițător poate să anuleze intenționt un cadru sau un cadru poate fi anulat din cauza unei întreruperi a semnalului infraroșu. Orice blochează calea fasciculului de lumină va împiedica impulsurile infraroșii să ajungă la receptor și, dacă este o întrerupere mai lungă, va anula cadrul transmis în momentul respectiv.

### Evitarea interferențelor

Pentru a preveni apariția interferențelor, sistemele de viteză mare opresc automat sistemele de viteză mai mică operaționale în același mediu. Pentru a opri legăturile de viteză mică, sistemul de viteză mare trimite pe linie un *impuls special serial de interacțiune în domeniul infraroșu* (Serial Infrared Interaction Pulse) la intervale de maxim o jumătate de secundă. Acest impuls (prescurtat SIP) are o lungime de 1,6 microsecunde și este urmat de 7,1 microsecunde de tăcere, parametri egali cu exact un impuls de început de pachet. Când sistemul de viteză mică simte ceea ce crede că este un impuls de start, inițiază automat căutarea datelor la rate mai mici de transfer, oprind propria transmisie pentru o jumătate de secundă. Înainte să poată începe transmiterea propriilor date (dacă acestea există), un alt impuls SIP determină sistemul de viteză mică să înceteze activitatea și în următoarea jumătate de secundă.

## Protocolul de acces la legătură

Pentru ca datele transmise prin legătura optică să aibă un format comun, asociația IrDA a creat protocoale proprii. Astfel, protocolul de acces la legătură (Link Access Protocol sau IrLAP) descrie structura pachetelor de date transmise prin sistem. În linii mari, IrLAP se bazează pe standardele de comunicații asincrone de date folosite de porturile RS-232C (nici o surpriză până acum) și care sunt adaptate din standardul mai general HDLC, High-level Data Link Control. Rețineți că, deși modul general de operare a legăturii IrDA este același pentru toate vitezele, IrDA definește protocoale diferite pentru vitezele mici și mari.

### Stațiile primare și secundare

În specificațiile de bază ale protocolului IrLAP sunt deosebite stații primare și secundare. *O stație primară* este dispozitivul care preia comanda și controlează transferurile prin legătura respectivă. Chiar când o legătură presupune mai mult de două dispozitive, toate transmisiile trebuie să meargă la sau să vină de la stația primară. Aceasta înseamnă că toate dispozitivele secundare trimit date numai către stația primară. În același timp, stația primară poate lucra cu o singură stație secundară sau poate să difuzeze datele către toate stațiile secundare.

În orice conexiune IrDA nu poate exista decât o singură stație primară. Rolul de stație primară nu revine automat unui anumit dispozitiv. De exemplu, PC-ul dumneavoastră nu este considerat automat stație primară în sesiunile de lucru în care este implicat. La inițierea oricărei legături IrDA, stațiile negociază rolurile pe care le vor juca. Însă după ce un dispozitiv devine stație primară, își păstrează acest rol până la terminarea legăturii.

O legătură IrDA începe atunci când un dispozitiv încearcă să se conecteze cu altul. Primul dispozitiv poate cere direct o legătură la un dispozitiv cunoscut sau poate să caute și să descopere un dispozitiv la care să realizeze o conexiune. De exemplu, un PC notebook poate să caute continuu un partener de tip desktop, iar după ce intră în contact cu unul, începe să negocieze o legătură.

Pentru a începe legătura, primul dispozitiv trimite o cerere de conexiune la viteza universală de 9.600 bps. Această cerere include adresa dispozitivului care a inițiat

legătura, viteza la care dorește să efectueze transferurile și alți parametri. Dispozitivul destinatar își asumă rolul de stație secundară și returnează informațiile de identificare, incluzând propria adresă și limitele de viteză. După aceasta, cele două dispozitive trec la o viteză compatibilă acceptată de comun acord, iar primul dispozitiv (cel care a inițiat legătura), ca stație primară, preia comanda legăturii. Încep transferurile de date.

## Tipurile de cadre

Urmând modelul HDLC, IrLAP folosește trei tipuri de cadre. *Cadrele de informații (information frames)* transferă datele într-o conexiune. *Cadrele nenumerotate (unnumbered frames)* efectuează operațiile de configurare și gestionare. De exemplu, un cadru fără număr poate să stabilească o conexiune, poate să șteargă o conexiune sau poate să caute și să găsească dispozitive cu care să realizeze o conexiune. *Cadrele de supervizare (supervisory frames)* ajută la controlul fluxului de date între stații. De exemplu, un cadru de supervizare poate fi utilizat pentru a confirma recepționarea unui anumit cadru sau pentru a avertiza asupra faptului că o anumită stație este ocupată.

Fiecare cadru este înconjurat de două sau mai multe câmpuri de start la început și de unul sau mai multe câmpuri de stop la sfârșit. Dacă un cadru nu este încadrat de indicatoarele corecte, va fi ignorat.

În continuare este plasat câmpul de adresă, care identifică sursa și destinația pachetului. Câmpul de control identifică tipul de pachet (dacă include date sau informații de control). Câmpul de date este opțional, pentru că unele pachete folosite pentru controlul legăturii nu au nevoie de date. Câmpul de date poate avea orice lungime până la 2.045 de octeți, însă trebuie să fie un multiplu de opt biți. Cadrul se termină cu o secvență de verificare a cadrului utilizată pentru detectarea erorilor și unul sau mai multe indicatoare de stop. În Figura 20.12 este prezentată structura unui cadru IrDA obișnuit.

**FIGURA 20.12**
*Elementele componente ale unui cadru de date (pachet) IrDA de mare viteză.*

Indicatorul de start este un simplu model din biți care indică începutul unui câmp. Are rolul de a atrage atenția receptorului. Modelul exact utilizat pentru indicatorul de start depinde de viteza de transfer al datelor. La viteze de până la 115.200 bps inclusiv, indicatorul de start are valoarea 0C0(Hex). Un cadru poate să includă și mai multe indicatoare de start. Stațiile care participă la o legătură negociază acest număr. În Tabelul 20.8 sunt prezentate pe scurt componentele unui cadru de date IrDA sincron la viteze mici de transfer.

**Tabelul 20.8** Componentele unui cadru IrDA de viteză mică (de la 2400 la 115.200 bps)

| *Denumire mnemonică* | *Definiție* | *Lungime* | *Valoare* |
|---|---|---|---|
| STA | Indicator de start | 8 biți | 0C0(Hex) |
| ADDR | Câmp de adresă | 8 biți | Variabilă |
| DATA | Câmp de control | 8 biți | Variabilă |
| DATA | Câmp de informații | 2.045 de biți | Variabilă |
| FCS | Câmp de corectare a erorilor | 16 biți | CRC |
| STO | Indicator de stop | 8 biți | 0C1(Hex) |

La viteze mai mari, atât indicatoarele de start, cât și cele de stop au valoarea 07E(Hex). Fiecare cadru trebuie să aibă cel puțin două indicatoare de start. Un emițător poate insera indicatoare suplimentare de start, care sunt ignorate de receptor. Dacă un emițător lipește două cadre IrDA cap la cap, datele din cele două cadre vor fi separate de cel puțin un indicator de stop și două indicatoare de start. Dacă emițătorul transmite două cadre care nu sunt lipite, indicatorul de stop al primului cadru și primul indicator de start al celui de-al doilea cadru trebuie să fie separate de cel puțin șapte cicluri de ceas fără impuls. În Tabelul 20.9 sunt prezentate componentele unui cadru de date IrDA sincron.

**Tabelul 20.9** Componentele unui cadru IrDA sincron la viteze mai mari de 576 Kbps

| *Denumire mnemonică* | *Definiție* | *Lungime* | *Valoare* |
|---|---|---|---|
| STA | Indicator de start | 8 biți | 07E(Hex) |
| ADDR | Câmp de adresă | 8 biți | Variabilă |
| DATA | Câmp de control | 8 biți | Variabilă |
| DATA | Câmp de informații | <2.046 de octeți | Variabilă |
| FCS | Secvența de verificare a cadrului | 16 biți | CRC (valoarea verificării ciclice prin redundanță) |
| STO | Indicator de stop | 8 biți | 07E(Hex) |

### Adresarea

Câmpul de adresă identifică stația secundară care participă la legătura de comunicație. Când stația primară transmite un pachet, adresa identifică stația secundară căreia îi este destinat pachetul. Când o stație secundară transmite un pachet, adresa identifică stația secundară. Primul bit identifică direcția transmisiei, 1 de la stația primară, 0 de la stația secundară. Ceilalți șapte biți rămași reprezintă adresa reală. Două dintre cele 128 de adrese posibile sunt rezervate. Adresa 0000000(Binar) identifică stația primară. Adresa 1111111(Binar) identifică un pachet global, ceea ce înseamnă că este transmis la toate nodurile secundare participante la legătură. Schema de adresare limitează numărul de dispozitive IrDA dintr-un sistem la 127 – stația primară și 126 de stații secundare.

### Detectarea erorilor

Câmpul de corectare a erorilor are lungimea de doi octeți. Valoarea sa este calculată folosindu-se biții din întregul cadru exceptând indicatoarele de start și de stop. Cu alte cuvinte, corectarea erorilor acoperă nu numai câmpul de informații, ci și câmpurile de adresă și de control.

Corectarea erorilor IrDA se bazează pe verificarea ciclică prin redundanță (cyclical redundancy check sau CRC) adoptată de CCITT. Este similară, dar nu identică cu metoda de detectare a erorilor utilizată în protocolul XMODEM de transfer de fișiere.

Valoarea sumei de verificare ciclică prin redundanță se calculează folosind următorul algoritm:

$$CRC(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$$

## Protocolul de gestionare a legăturii

Înainte ca un sistem IrDA să poată schimba date, trebuie să stabilească o legătură. Organizația IrDA a creat o procedură standard pentru crearea și gestionarea legăturilor, denumită protocolul de gestionare a legăturii (Link Management Protocol). Acest

protocol standard acoperă toate detaliile referitoare la stabilirea și terminarea comunicației între dispozitivele IrDA, inclusiv elemente cum ar fi inițializarea legăturii, aflarea adreselor dispozitivelor disponibile, negocierea vitezei și a formatului legăturii, deconectarea, oprirea și rezolvarea conflictelor dintre dispozitive. Multe dintre detaliile protocolului IrLMP au fost deduse din protocoalele HDLC, care sunt mai generale. Datorită caracteristicii de difuzare a semnalului infraroșu, grupul IrDA a dezvoltat propriul sistem de detectare a prezenței dispozitivelor și de rezolvare a conflictelor între ele.

Una dintre cele mai mari probleme cu care se confruntă IrLMP este natura dinamică a conexiunilor fără fir. Puteți să aduceți oricând dispozitive noi în aria de acțiune a unui dispozitiv master (primar) sau, similar, să le scoateți din zona respectivă, modificând astfel natura reală a conexiunii. Dispozitivul master trebuie să fie capabil să determine dispozitivele cu care poate să comunice și să fie atent la modificări. De asemenea, trebuie să fie capabil să detecteze nu numai dispozitivele din aria sa de acțiune (și să opereze într-un mod compatibil), ci și dispozitivele noi, care sunt introduse pe neașteptate. Mai mult decât atât, trebuie să fie capabil să determine momentul în care fiecare dispozitiv implicat într-o sesiune de comunicație încetează participarea – fie că este oprit, fie că este scos din aria de acțiune. În timp ce conexiunile seriale tradiționale pe fir beneficiază de avantajul semnalelor de stare care permit o monitorizare simplă a stării conexiunii și a dispozitivelor legate la ele, dispozitivele cu infraroșii nu sunt legate decât prin impulsuri de radiații.

# Capitolul 21
# Porturile moștenite

*Metoda tradițională de conectare a echipamentelor periferice la PC-ul dumneavoastră era utilizarea porturilor seriale sau paralele. Deși cele două corporații mari care controlează arhitectura calculatoarelor personale – Intel și Microsoft – au prezis că porturile tradiționale vor fi eliminate, acestea continuă să existe, la fel ca multe alte lucruri demodate, cum ar fi libertatea de exprimare. Cele mai multe PC-uri posedă încă aceste porturi moștenite, iar sute de milioane de echipamente periferice au nevoie de ele pentru a se conecta la PC-ul dumneavoastră. Chiar dacă Intel și Microsoft pot renunța la tehnologia porturilor tradiționale, nici dumneavoastră și nici eu (în această carte) nu putem. Ca urmare, acest capitol prezintă secretele porturilor tradiționale seriale și paralele ale calculatorului personal.*

O scurtă comparație a porturilor moștenite

| *Caracteristică* | *Portul serial* | *Portul paralel* |
|---|---|---|
| Viteza | 115 Kbiți/sec | 800 Kbiți/sec (în forma EPP) |
| Lungimea cablului | Peste 30 de metri (100 de picioare), dar cu viteză din ce în ce mai mică | Maxim 3 metri (10 picioare) |
| Numărul de conductoare folosite în cablu | Între 3 și 9 | 25 |
| Număr de dispozitive pe port | 1 | De obicei 1, însă până la 127 în forma ECP |
| Origine | Sistemul telefonic | Sistemul de tipărire |
| Aplicații principale | Mouse-uri, modemuri, camere digitale | Imprimante, discuri portabile și unități de bandă |

Ați auzit argumentele. Sistemul metric este bun pentru dumneavoastră, deoarece simplifică măsurătorile și conversiile. Este mai ușor de utilizat. Chiar numele unităților de măsură au mai mult sens. Și totuși, de aproape 20 de ani de când guvernul Statelor Unite a declarat că țara va trece la sistemul metric aproape universal, americanii continuă să se cântărească în livre și să se măsoare în inci. Concluzia nu este aceea că sistemul metric este eronat, ci că schimbările necesită timp. Numai după ce generația *Star Trek* va prelua controlul asupra comerțului și industriei se va trece la măsurători în metri, litri și grame.

Aceeași situație este și cu porturile PC-ului. Toți știu că USB și FireWire sunt mai bune. Sunt mai rapide și mai ușor de folosit. Au mai puține calorii. Domeniul PC-urilor este orientat spre o campanie serioasă de „spălare a creierelor“, pentru a convinge utilizatorii ce minunate sunt noile interfețe. Însă dacă privim realitatea din spatele pretențiilor, lingușirilor și minciunilor, viitorul este clar. Cât timp veți găsi un port paralel la imprimantă, o veți conecta la un port paralel.

Aproape două decenii, portul serial a fost numitorul comun pentru comunicațiile între calculatoare, fiind o conexiune obișnuită pentru transmiterea mesajelor la distanțe mari,

dar care funcționa destul de greoi din cauza propriilor deficiențe. Însă din perspectiva sistemelor moderne de interconectare, portul serial moștenit încetinește PC-ul din cauza ratelor mici de date. Portul serial moștenit a fost o rămășiță a unei tehnologii anterioare, din perioada telefoanelor negre din bachelită. Viteza sa redusă a reprezentat mereu o frână pentru ritmul rapid de lucru al PC-ului. Era ca și cum ați fi pus un scrib medieval să scrie manualul de utilizare a PC-ului cu caractere gotice, adică o soluție care vă pune răbdarea la încercare și care folosește prea puține facilități ale tehnologiilor moderne. (Mai există și acum situații în care unele documentații de PC-uri întârzie atât de mult, încât ajungeți să credeți că au fost mâzgălite de scribi ce folosesc pene de gâscă și piele de bivol). În timp ce PC-urile generează milioane de caractere pe secundă, porturile seriale moștenite pot prelucra în aceeași perioadă doar câteva sute sau mii de caractere.

Cel mai răspândit model este portul RS-232C, care este echipamentul standard pentru aproape toate PC-urile începând cu anul 1984. Pe durata unui deceniu și jumătate de la apariția calculatoarelor personale, portul serial a însemnat doar RS-232C. Acest standard este chiar mai vechi decât primele modele de PC-uri, înainte de apariția acestora fiind folosit mult timp ca standard de sistem telefonic. Și, la fel ca toate rămășițele vechilor tehnologii, RS-232C are propriile sale impedimente – în primul rând o limită de viteză mai severă chiar decât un profesor foarte aspru, care crede că riglele sunt create pentru pedepsirea elevilor și nu pentru a face măsurători. USB este cu adevărat mai rapid. Iar după ce vedeți toate permutările din conector lăsate posterității de RS-232C, veți aprecia simplitatea directă a standardului USB. Însă veți avea nevoie în continuare de un port serial pentru a conecta un modem vechi, calculatorul de mână pe care rulează Windows CE sau un model mai vechi de aparat foto digital.

Când aveți nevoie să conectați echipamente periferice la PC, vă îndreptați imediat atenția către portul paralel, care pare să vă satisfacă toate cerințele. Este o conexiune asigurată împotriva greșelilor de manevrare. Nu trebuie decât să cuplați un cablu și totul funcționează fără nici o problemă. Nu aveți comutatoare de poziționat, nu aveți de dat comenzi și nici nu trebuie să folosiți analizorul pentru a selecta semnale cu nume care provin parcă din preistorie.

Celălalt nume utilizat, *port de imprimantă (printer port)*, sugerează slăbiciunea modelului paralel. Conexiunea a fost proiectată inițial numai pentru legături unidirecționale cu imprimantele.

Simplitatea conexiunii paralele a dispărut după ce a stârnit prea mult interesul inginerilor. În acea vreme, era din construcție mult mai rapidă față de celălalt port standard al calculatorului personal (portul serial RS-232). Modificând proiectul de bază al portului paralel, inginerii au renunțat la caracterul de legătură intimă dintre port și imprimantă și l-au transformat într-o conexiune de uz general de mare viteză. Nefiind mulțumiți cu un singur standard, ei au dezvoltat mai multe. Datorită acestei evoluții, portul paralel a pierdut cel mai mare atu al său: instalarea fără probleme.

În prezent, portul paralel moștenit nu mai este de mult un element singular. De-a lungul anilor au fost dezvoltate o diversitate de standarde de porturi paralele. Astăzi există trei conectoare standard și patru standarde de operare, fără a aminti aici versiunile particulare ale unor firme. În ciuda deosebirilor firești dintre ele – și a unor diferențe mari de performanță în unele cazuri – toate acestea poartă numele de *porturi paralele*. Într-o conexiune puteți combina oricare dintre cele trei conectoare cu oricare dintre cele patru standarde de operare. La prima vedere, nu aveți cum să vă dați seama de diferențele dintre conectoare și nici cum să stabiliți ce standard folosește o anumită

conexiune. De fapt, s-ar putea să vă intereseze diferențele numai după ce vă veți întreba de ce prietenii dumneavoastră pot să descarce fișierele de pe calculatoarele notebook cu o viteză de zece ori mai mare decât cea cu care puteți lucra dumneavoastră.

## Porturile seriale moștenite

Portul serial moștenit din PC-ul dumneavoastră este cunoscut sub mai multe denumiri diferite. De exemplu, mai birocrați, specialiștii firmei IBM au aprobat un surplus de cuvinte, denumind conexiunea „port de comunicații de date asincrone". Pentru a economisi timpul, utilizatorii preferă o denumire mai scurtă: „port asincron" (async port) sau „port de comunicații" (comm). Funcționarii au propriul lor termen (bineînțeles, diferit de celelalte). Pentru că diferitele tipuri de legături seriale acceptate în domeniul PC-urilor respectă standardul RS-232C (care a fost adoptat de un grup de firme, Electronics Industry Association sau EIA), mulți utilizatori se referă la portul serial prin specificația numerică a acestuia, adică port RS-232C.

În secțiunile anterioare am discutat despre timp la nivelul abstract. Însă comunicațiile seriale trebuie să se desfășoare la rate reale de date, iar acele rate trebuie să fie aceleași la ambele capete ale conexiunii seriale (chiar dacă este vorba doar de un cadru, cum este cazul în transmisiile asincrone). Viteza la care dispozitivele schimbă datele seriale este numită *rată de biți (bit rate)* și se măsoară în numărul de biți de date care pot fi schimbați într-o secundă în condițiile unui transfer continuu. Dacă până acum ați avut de-a face cu un modem, probabil că sunteți familiarizat cu ratele de biți. În domeniul PC-urilor sunt folosite următoarele rate de biți: 150, 300, 600, 1.200, 2.400, 4.800, 9.600, 19.200, 38.400, 57.600 și 115.200.

Această secvență rezultă atât din standardele din domeniu, cât și din modelul primului PC IBM. PC-ul obține rata de biți a portului serial folosind un oscilator care funcționează la frecvența de 1,8432 MHz și o serie de circuite asociate care au rolul de a reduce această frecvență cu un factor de 1.600 pentru a obține viteza de operare de bază de 115.200 biți pe secundă. Pornind de la această valoare de bază a ratei de biți, un dispozitiv denumit *divizor programabil (programmable divider)* creează matematic ratele de biți mai mici folosite de porturile seriale. Acest circuit generează frecvențele mai mici împărțind rata de start cu un întreg. De exemplu, dacă PC-ul folosește ca divizor cifra 3, este generată o rată de biți de 38.400 (adică 115.200/3). În această schemă, nu sunt folosiți toți divizorii posibili. De exemplu, proiectanții nu au folosit niciodată circuite care efectuează împărțirea la 5.

Ați observat, probabil, că unele modemuri utilizează viteze care nu sunt incluse în secvența prezentată anterior. De exemplu, modemurile V.34, care sunt foarte apreciate de utilizatori, operează la o viteză de bază de 28.800 de biți pe secundă. Această rată de date este generată intern de modem. În general, conectați modemul la PC astfel încât să comunice la o rată de biți mai mare. Pentru a realiza corespondența cu rata de date utilizată, modemul reface împachetarea datelor, fie prin comprimare, fie cerând PC-ului să oprească fluxul de informații până când este pregătit să transmită alți biți.

Standardul acceptat în comunicațiile asincrone permite introducerea unui număr de variabile în codul digital folosit de fiecare cadru de date. Când configurați un dispozitiv serial și portul RS-232C asociat acestuia, întâlniți toate aceste variabile: viteza, numărul de biți de date, opțiunile de paritate și numărul biților de stop. Cea mai importantă regulă referitoare la alegerea acestor valori este ca transmițătorul și receptorul – adică PC-ul dumneavoastră și dispozitivul serial atașat acestuia – să folosească exact aceleași

valori de configurare. Gândiți-vă la o comunicație serială ca la un schimb de mesaje codificate între doi spioni. Dacă destinatarul nu folosește aceeași cheie secretă de decodificare ca emitentul, nu va putea să obțină un mesaj valid. Tot așa, dacă echipamentul periferic serial nu este configurat astfel încât să înțeleagă valorile de configurare transmise de PC-ul dumneavoastră prin semnalele seriale, nu puteți spera să lucreze corect.

În mod normal, rata de biți a portului serial dintr-un echipament periferic se stabilește fie cu ajutorul unor comutatoare DIP, fie prin sistemul de meniuri al echipamentului respectiv. Stabilirea valorilor de configurare depinde de dispozitivul serial instalat, așa că cel mai bine este să consultați instrucțiunile din manualul atașat aparatului.

Sistemul Windows preia controlul direct asupra portului și oferă un sistem propriu de meniuri pentru configurarea acestuia. În mod uzual, toate aceste detalii vor fi tratate de driverul asociat cu echipamentul periferic. De exemplu, când configurați un modem, Windows se ocupă automat de detaliile referitoare la port. Dacă doriți să modificați direct valorile de configurare, va trebui să „săpați“ puțin în Control Panel. După ce executați dublu clic pe pictograma System, alegeți opțiunea Device Manager. Găsiți portul pe care doriți să îl configurați – expandând lista de sub pictograma Ports (COM & LPT) dacă este necesar –, selectați-l și apoi executați clic pe butonul Properties. Diferitele etichete de proprietăți vă oferă posibilitatea unui control aprofundat asupra portului.

## Modul de operare electric

Semnalele seriale au un dezavantaj foarte clar în comparație cu cele paralele: biții circulă unul câte unul. La o anumită frecvență de ceas, printr-o legătură serială vor circula mai puțini biți decât printr-o legătură paralelă. Diferența este de ordinul 12 la 1 în favoarea portului paralel. Astfel, dacă pentru transferul unui octet un port paralel folosește un singur ciclu, un port serial are nevoie de douăsprezece cicluri – 8 pentru biții de date, 1 pentru bitul de paritate, 1 pentru bitul de stop și 2 pentru biții de start. Printr-o conexiune serială de 9.600 de biți pe secundă sunt transferate aproximativ 800 de caractere pe secundă.

Ca o compensare a acestui handicap, conexiunile seriale au o adaptabilitate mai mare. De asemenea, semnalele lor pot parcurge distanțe mai lungi. Astfel, portul serial standard poate transfera semnalele nu doar la câțiva kilometri distanță, ci la mii de kilometri, cu ajutorul unui modem – conectat, desigur, la vechiul port serial.

Pentru a se menține integritatea semnalului, trebuie să se renunțe la viteză. În timpul transferului pe cablu, impulsurile digitale tind să se deformeze. Caracteristicile electrice ale firelor au tendința să rotunjească fronturile abrupte ale impulsurilor și să le mărească lungimea. Cu cât este mai mare distanța la care circulă un semnal, acesta devine tot mai greu de recunoscut, ajungându-se în situația în care echipamentul digital nu mai poate deosebi sfârșitul unui impuls de începutul următorului impuls. Această problemă este și mai dificilă atunci când impulsurile sunt mai apropiate în spațiu (când ratele de biți sunt mai mari). Prin micșorarea ratei de biți și creșterea duratei impulsurilor și a spațiului dintre ele, cresc și distanțele la care poate ajunge semnalul fără ca impulsurile să se confunde între ele. (Modemurile evită parțial această problemă convertind semnalele digitale în semnale analogice pentru distanțe mari. Rețelele de calculatoare personale obțin viteza de operare și se pot extinde foarte mult folosind cabluri și tehnologii de semnalizare speciale).

Distanța maximă pe care o poate parcurge un semnal serial depinde atât de echipament, cât și de firele folosite. O conexiune de 9.600 bps poate fi extinsă probabil la ceva mai

mult de 30 de metri. La 400 de metri, viteza va scădea probabil până la 1.200 sau chiar 300 bps (mai mică decât viteza la care pot tipări cele mai ieftine imprimante).

Firele mai lungi sunt mai ieftine în cazul conexiunilor seriale și acest amănunt nu a fost uitat de proiectanții de sistem. Dacă un cablu paralel are nevoie de 18 până la 25 de fire separate pentru transferul semnalelor, o legătură serială face același lucru cu numai trei fire: unul pentru transportul semnalelor de la PC la echipamentul periferic serial, unul pentru transportul semnalelor de la echipamentul periferic serial la PC și un traseu comun (de masă), prin care se închid cele două circuite.

Semnalul electric dintr-un cablu serial este o tensiune care își schimbă rapid valoarea. Având natură digitală, acest semnal poate avea doar două stări. În domeniul comunicațiilor, aceste stări sunt numite spațiu (space) și mark, la fel ca semnalele de polaritate. *Spațiul* semnifică absența unui bit, iar *mark* reprezintă prezența unui bit. Pe o linie serială, un spațiu este reprezentat de o tensiune pozitivă, iar un mark de o tensiune negativă. Cu alte cuvinte, când nu transmiteți date pe o linie serială, pe linie este o tensiune pozitivă continuă. Datele vor apărea ca o serie de impulsuri negative. Specificația originală pentru portul serial prevedea obligativitatea comutării tensiunii de la valoarea pozitivă de 12 volți la valoarea negativă de 12 volți. Deoarece valoarea de 12 volți este mai puțin întâlnită în multe PC-uri, tensiunea serială comută adesea între valorile de +5 volți și -5 volți.

## Conectoarele

Forma fizică în care se prezintă un port serial este un conector fixat pe panoul din spate al PC-ului dumneavoastră. Este locul în care cuplați echipamentul periferic serial la calculator. Conectorul serial poate fi sursa a nenumărate necazuri – sau așa o să credeți după mai multe nopți albe în care ați încercat în n moduri cuplarea la PC a unui dispozitiv serial și nu ați reușit decât să vedeți cum dispare textul de pe ecran asemenea fantomelor la răsăritul soarelui. Principala problemă a porturilor seriale este numărul de opțiuni permise de proiectanți. Porturile seriale pot folosi două modele de conectoare, fiecare având două opțiuni de atribuire a semnalelor. Mai grav este că unii producători se hazardează să aducă inovații atât de importantelor semnale de control al fluxului. Punerea cap la cap a tuturor acestor opțiuni reprezintă cea mai neplăcută parte din operația de configurare a unui port serial.

### Conectorul cu 25 de pini

Conectorul de bază pentru portul serial este conectorul trapezoidal cu 25 de pini. Acest tip de conector a fost numit așa pentru că posedă 25 de conexiuni aranjate pe două linii, înconjurate de o carcasă metalică având forma unui trapez rotunjit la capete (sau o literă D foarte alungită). În mod obișnuit, în PC-uri este instalată varianta „tată" a conectorului – cea care are pini în interior. Marea majoritate a echipamentelor periferice seriale (dar în nici un caz toate) folosesc pentru porturile seriale conectoare „mamă" (cele care au orificii în loc de pini). Cu toate că și porturile seriale, și porturile paralele folosesc același model de conector trapezoidal cu 25 de pini, pe panoul din spate al unui PC puteți deosebi un port serial de unul paralel pentru că porturile paralele utilizează conectoare mamă. În Figura 21.1 este prezentat conectorul tată obișnuit (DB-25) al unui port serial, pe care îl puteți găsi pe panoul din spate al PC-ului dumneavoastră.

Cu toate că un conector serial permite utilizarea a 25 de semnale diferite, în practică nu sunt folosite decât o parte dintre ele. Sistemele seriale implică utilizarea a cel puțin trei conexiuni. În majoritatea cazurilor, porturile seriale ale PC-urilor folosesc zece semnale

diferite. În Tabelul 21.1 sunt listate numele semnalelor, denumirile mnemonice folosite și pinii la care sunt atribuite în conectorul serial standard cu 25 de pini.

**FIGURA 21.1**
*Conectorul tată DB-25 folosit de porturile seriale ale PC-urilor.*

**Tabelul 21.1** Semnificațiile semnalelor într-un conector serial cu 25 de pini

| *Pin* | *Funcție* | *Denumire mnemonică* |
|---|---|---|
| 1 | Chassis ground (masa șasiului) | Nu are |
| 2 | Transmit data (transmisie date) | TXD |
| 3 | Receive data (recepție date) | RXD |
| 4 | Request to send (solicitarea permisiunii de transmitere) | RTS |
| 5 | Clear to send (liber pentru transmisie) | CTS |
| 6 | Data set ready (echipamentul de comunicații pregătit) | DSR |
| 7 | Signal ground (masa semnalelor) | GND |
| 8 | Carrier detect (detectare purtătoare) | CD |
| 20 | Data terminal ready (terminalul de date pregătit) | DTR |
| 22 | Ring indicator (indicator de apel) | RI |

Rețineți că într-un cablu serial standard, masa semnalului (care este linia de închidere a circuitului pentru semnalele de date de pe pinii 2 și 3) este separată de masa șasiului, care este legată la pinul 1. Pinul 1 este conectat direct la carcasa sau la șasiul metalic al echipamentului, așa cum este legat și contactul de împământare al unui cablu de alimentare cu 3 fișe (de curent alternativ) și are aceeași funcție de protecție. Acest semnal asigură existența aceleiași valori de potențial pe carcasele celor două dispozitive legate prin cablul serial, ceea ce înseamnă că nu vă veți electrocuta dacă atingeți simultan ambele aparate. Deși este foarte importantă, în multe cabluri seriale această conexiune nu este realizată. Pe de altă parte, masa semnalului este un semnal absolut necesar, fără de care o legătură serială nu poate funcționa. Nu trebuie să conectați niciodată masa șasiului la masa semnalelor.

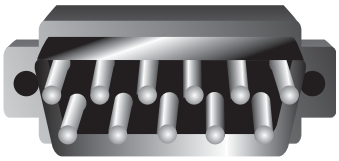
## Conectorul cu 9 pini

În condițiile prezentate în secțiunea anterioară, folosirea unui conector trapezoidal cu 25 de pini pentru un port serial este o risipă inutilă de cel puțin 15 pini. Cele mai multe legături seriale nu folosesc toate cele 10 conexiuni de bază; unele folosesc 4 linii pentru dialogul de confirmare de tip hardware și 3 pentru controlul fluxului de tip software. De dragul standardizării, în ciuda costurilor, domeniul PC-urilor a păstrat mult timp foarte mulți pini nefolosiți. Însă, la un moment dat, a apărut o altă mare problemă (sau mai mică, în funcție de punctul dumneavoastră de vedere) – spațiul. Un conector de port serial era prea mare pentru a fi plasat împreună cu un conector paralel pe bridele plăcilor de extensie. Datorită faptului că în conectorul paralel toți pinii aveau o funcție atribuită (și deci nu puteau fi eliminați), a fost ales pentru miniaturizare conectorul serial.

Problema a apărut în momentul în care specialiștii firmei IBM au încercat să plaseze ambele tipuri de porturi pe o singură placă din interiorul calculatorului personal AT (la lansarea acestuia pe piață, în 1984). Pentru a putea introduce portul serial în spațiul redus disponibil pe brida de fixare a plăcii, specialiștii IBM au eliminat toți pinii nefolosiți, însă au păstrat neschimbat modelul de bază al conectorului. Rezultatul a fost implementarea unui port serial standard care folosea un conector trapezoidal cu 9 pini. Pentru a reduce cele 10 conexiuni la 9, IBM a eliminat din schemă pinul pentru masa șasiului, care oricum era folosit foarte rar.

Ca și în cazul modelului de conector serial cu 25 de pini, jackul serial cu 9 pini plasat pe panoul din spate al PC-ului folosește un conector tată. A fost aleasă această variantă pentru a deosebi conectorul serial de jackurile mamă trapezoidale cu 9 pini folosite de modelele mai vechi de adaptoare video (sistemele MDA, CGA și EGA au folosit toate acest tip de conector). În Figura 21.2 este prezentat un conector tată cu 9 pini folosit de porturile seriale ale unor tipuri de PC-uri.

**FIGURA 21.2**
*Conectorul tată DB-9 folosit de dispozitivele seriale din clasa AT.*



Pe lângă eliminarea unor pini, specialiștii de la IBM au refăcut și schema de atribuire a semnalelor folosite de conectorul miniaturizat. În Tabelul 21.2 este prezentată lista cu atribuirea semnalelor pentru conectorul serial cu 9 pini, apărut o dată cu calculatorul IBM PC-AT și care este acum cea mai răspândită formă de port serial moștenit.

**Tabelul 21.2** Conectorul serial IBM cu 9 pini

| *Pin* | *Funcție* | *Mnemonică* |
|---|---|---|
| 1 | Carrier detect (detectare purtătoare) | CD |
| 2 | Receive data (recepție date) | RXD |
| 3 | Transmit data (transmisie date) | TXD |
| 4 | Data terminal ready (terminalul de date pregătit) | DTR |
| 5 | Signal ground (masa semnalelor) | GND |
| 6 | Data set ready (echipamentul de comunicații pregătit) | DSR |
| 7 | Request to send (solicitarea permisiunii de transmitere) | RTS |
| 8 | Clear to send (liber pentru transmisie) | CTS |
| 9 | Ring indicator (indicator de apel) | RI |

În afară de dispunerea puțin diferită a semnalelor, conectoarele seriale cu 9 pini și cu 25 pini sunt identice. Toate semnalele au același comportament, indiferent de dimensiunea conectorului pe care apar.

## Soclurile de pe placa de bază

În cazul în care un port serial este plasat direct pe placa de bază, producătorul plăcii de bază asigură fie un conector trapezoidal pe partea din spate a plăcii, fie un mic soclu pe care trebuie să îl legați cu un cablu la un conector extern. Semnificațiile pinilor din aceste socluri sunt de obicei similare cu cele ale unui conector trapezoidal standard, permițându-vă să utilizați un cablu simplu de tip panglică pentru realizarea conexiunii.

Firma Intel a optat pentru o schemă diferită de atribuire a pinilor pe multe dintre plăcile de bază proprii. În Tabelul 21.3 sunt listate semnificațiile pinilor valabile pentru cea mai mare parte dintre plăcile de bază Intel.

**Tabelul 21.3** Semnificațiile pinilor pentru soclurile de porturi seriale de pe plăcile de bază Intel

| *Pinul soclului de pe placa de bază* | *Pinul corespondent într-un conector trapezoidal cu 9 pini* | *Funcție* |
|---|---|---|
| 1 | 1 | Carrier detect |
| 2 | 6 | Data set ready |
| 3 | 2 | Receive data |
| 4 | 7 | Request to send |
| 5 | 3 | Transmit data |
| 6 | 8 | Clear to send |
| 7 | 4 | Data terminal ready |
| 8 | 9 | Ring indicator |
| 9 | 5 | Masa semnalelor |
| 10 | Neconectat | Neconectat |

## Semnalele

Comunicația serială este un schimb de semnale realizat prin interfața serială. Aceste semnale nu sunt doar date, ci și semnale de control al fluxului, care ajută la menținerea circulației datelor la cea mai mare viteză posibilă – dar nu foarte mare.

În prima parte a secțiunii, vom analiza semnalele și fluxul lor în tipul de sistem de comunicație pentru care a fost proiectat portul serial, legătura dintre un PC și un modem. În partea a doua, vom analiza modul în care conectarea unui echipament periferic serial la un port serial complică problema comunicației și cum trebuie să procedați pentru a obține o conexiune funcțională.

### Definiții

Numele semnalelor de pe diferitele linii ale conectorului serial sună ciudat în limbajul contemporan al PC-urilor pentru că terminologia a fost stabilită în domeniul comunicațiilor. Aceste nume sunt mult mai relevante pentru modemuri și pentru vechile echipamente de teleimprimare.

Terminologia din domeniul comunicațiilor seriale presupune că la fiecare capăt al unei conexiuni este atașat un tip diferit de echipament. La unul dintre capete este conectat un *terminal de date (data terminal)*. În trecut, când portul serial era în perioada de dezvoltare, un terminal avea exact această semnificație – un echipament dotat cu o tastatură și un ecran, care transforma textul introdus în semnale seriale. În zilele noastre, prin terminal se înțelege de obicei un calculator personal. Din motive cunoscute doar de cei cărora nu le place să rostească prea multe silabe, în multe situații expresia Data Terminal Equipment (echipament terminal de date) este înlocuită cu o abreviere. Pentru ca lucrurile să fie și mai complicate, în multe discuții se vorbește de dispozitive *DTE* – care înseamnă exact același lucru ca „terminalele de date“.

La celălalt capăt al conexiunii se găsește un *echipament de comunicații (data set)*, care de obicei este un modem. Proiectanții folosesc deseori numele Data Communication Equipment (echipament pentru comunicații de date) sau dispozitiv *DCE*.

Diferența dintre terminalele de date și echipamentele de comunicații (sau dintre dispozitivele DTE și DCE) este foarte importantă. Comunicațiile seriale au fost proiectate inițial pentru a conecta un DTE și un DCE, iar semnalele folosite de sistem sunt definite corespunzător acestui scop. Mai mult decât atât, tipurile de dispozitive seriale RS-232C pe care doriți să le conectați determină tipul de cablu pe care *trebuie* să îl folosiți. La început însă, haideți să vedem care sunt semnalele, după care vom vedea ce tip de cablu este necesar pentru transportul lor:

**Transmit Data –** Datele seriale care pleacă din portul RS-232C folosesc linia *Transmit data* (*Transmisie date)*, care se notează prescurtat TXD. Semnalul de pe această linie este format din secvența lungă de impulsuri generate de circuitul UART în portul serial. Terminalul de date transmite acest semnal în exterior, iar echipamentul de comunicații îl recepționează.

**Receive Data –** Fluxul de biți care circulă în direcția opusă – adică sosește de la portul serial situat la distanță – folosește linia *Receive data (Recepție date*, abreviat RXD). Pe această linie, datele sosite din exterior ajung la intrarea în circuitul UART al portului serial. Terminalul de date recepționează pe această linie semnalul de date sosit de la echipamentul de comunicații.

**Data Terminal Ready –** Când terminalul de date este pregătit să comunice, adică este pornit și se găsește în modul de operare corespunzător, semnalează această stare echipamentului de comunicații aplicând o tensiune pozitivă pe linia *Data terminal ready (Terminalul de date pregătit)*. Abrevierea uzuală pentru denumirea acestei linii este DTR.

**Data Set Ready –** Când dispozitivul de date este pregătit să recepționeze date, adică este pornit și se găsește în modul de operare corespunzător, semnalează această stare prin aplicarea unei tensiuni pozitive pe linia *Data set ready (Echipamentul de comunicații pregătit);* abrevierea uzuală pentru denumirea acestei linii este DSR. Deoarece comunicațiile seriale trebuie să se desfășoare pe două căi, terminalul de date nu va transmite pe linie semnalul de date până când nu recepționează semnalul DSR de la echipamentul de comunicații.

**Request To Send –** După ce terminalul de date este pornit și este pregătit să efectueze transmisii de date, plasează o tensiune pozitivă pe linia *Request to send (Solicitarea permisiunii de transmitere)*, a cărei denumire abreviată este RTS. Acest semnal comunică echipamentului de comunicații că poate transmite date către terminalul de date. Absența semnalului RTS pe conexiunea serială împiedică echipamentul de comunicații să transmită date. Acest semnal permite terminalului de date să controleze fluxul de date recepționat de la echipamentul de comunicații.

**Clear To Send –** Bineînțeles, și echipamentul de comunicații trebuie să controleze într-un fel fluxul de date recepționat de la terminalul de date. Semnalul folosit de echipamentul de comunicații se numește *Clear to send (Liber pentru transmisie)* și se abreviază CTS. Dacă semnalul CTS este prezent, terminalul de date înțelege că „drumul" e liber și că poate transmite date pe linie. Absența semnalului CTS într-o conexiune serială va împiedica terminalul de date să transmită date seriale pe conexiunea respectivă.

**Carrier Detect –** Legătura dintre standardul pentru interfața serială și domeniul comunicațiilor este reliefată cel mai bine de prezența semnalului *Carrier detect (Detectare purtătoare)*, a cărui abreviere uzuală este CD. Acest semnal oferă unui modem (care este echipamentul de comunicații obișnuit) metoda de a semnala terminalului de date că a realizat o conexiune cu un alt modem situat la distanță. Semnalul indică practic faptul că modemul sau echipamentul de comunicații a detectat pe linia telefonică unda purtătoare a unui alt modem. De fapt, semnalul de detectare a purtătoarei este transmis terminalului de date pentru a comunica acestuia că este posibilă comunicația pe linie cu aparatul situat la distanță. În unele sisteme, terminalul de date trebuie să vadă semnalul de detectare a purtătoarei înainte de inițierea schimbului de date. Alte sisteme ignoră pur și simplu acest semnal.

**Ring Indicator –** Există și situații în care un terminal de date trebuie să fie pregătit să comunice chiar și înainte de pornirea fluxului de informații. De exemplu, un program de comunicații poate fi configurat în modul de răspuns (answer mode) astfel încât să fie pregătit să trateze un apel sosit din exterior. Proiectanții portului serial au prevăzut pentru această situație semnalul de avertizare *Ring indicator (Indicator de apel)*, a cărui abreviere uzuală este RI. Când un modem care are rol de echipament de comunicații detectează pe linia telefonică la care este conectat o tensiune de apel – adică semnalul de frecvență joasă și tensiune mare care face telefonul să sune – activează automat semnalul RI, care avertizează terminalul de date asupra evenimentului. Deși este util în configurarea comunicațiilor dintre modemuri, semnalul Ring indicator are un caracter opțional, deoarece, în mod obișnuit, absența sa nu împiedică fluxul de date seriale.

**Masa semnalelor –** Toate semnalele folosite de un port serial au nevoie de o cale de retur. Această cale este asigurată de masa semnalelor. Singurul semnal de masă din acest conector este returul folosit de toate celelalte semnale ale interfeței seriale. Absența acestui semnal împiedică total funcționarea comunicației seriale.

## Controlul fluxului

Ierarhia de semnale prezentate în secțiunea anterioară demonstrează că o comunicație serială poate fi un proces foarte complex. Principalul factor de complexitate este dialogul de confirmare (handshaking) sau controlul fluxului. Proiectanții interfeței seriale și-au dat seama că este posibil ca anumite dispozitive să nu poată recepționa informațiile la aceeași viteză cu care sunt transmise de celelalte aparate și de aceea au pus la punct un dialog de confirmare, care se desfășoară între dispozitivele seriale interconectate cu ajutorul câtorva semnale de control speciale.

Semnalele de control al fluxului devin extrem de importante în situațiile în care doriți să realizați o conexiune serială cu un dispozitiv de viteză mică, de exemplu un plotter. Plotterele nu sunt la fel de rapide ca PC-urile. Pentru dumneavoastră, care stați și jucați pentru a paisprezecea oară FreeCell așteptând desenarea planurilor pentru o casă de vis, aceasta nu este o noutate. Plotterele sunt dispozitive mecanice și lucrează la viteze mici. PC-urile sunt dispozitive electronice de mare viteză. Datorită acestei diferențe, un PC modern poate desena o schiță în memoria internă mult mai repede decât o poate desena plotterul pe hârtie.

PC-ul dumneavoastră are tendința să forțeze încărcarea cu date a dispozitivelor seriale, trimițând datele către acestea în ritmul în care ies gloanțele dintr-o mitralieră. Însă după primele câteva șarje, dispozitivele seriale se blochează, fiind supraalimentate cu informații. De aceea, s-ar putea ca la un moment dat, folosind o conexiune serială,

dispozitivul să nu mai ia în seamă următoarea serie de date. Plotterul poate omite să deseneze lucruri importante – cum ar fi pereții dormitorului sau closetul de la baie – și lasă astfel găuri mari în planul dumneavoastră (însă vă poate oferi și idei foarte interesante...). Controlul fluxului are rolul de a reduce viteza de transfer al datelor în scopul prevenirii apariției unor astfel de probleme.

Conceptul care stă la baza controlului fluxului este același ca în cazul porturilor paralele și de alte tipuri: în momentul în care nu mai poate recepționa alte caractere, echipamentul periferic semnalează PC-ului, iar acesta oprește fluxul de date. Când echipamentul periferic este din nou pregătit pentru recepție, semnalează PC-ului starea de disponibilitate. Dacă un port paralel obișnuit folosește o schemă hardware simplă pentru realizarea acestui dialog de confirmare, controlul fluxului pentru portul serial este o problemă mult mai complexă. La fel ca pentru toate celelalte aspecte ale tehnologiei seriale, și pentru controlul fluxului există o mulțime de variante de implementare.

Controlul fluxului de date seriale poate fi tratat pe două căi: hardware și software. *Controlul fluxului prin hardware* presupune utilizarea unor linii speciale de control care pot face parte dintr-o conexiune serială, fără ca prezența lor să fie obligatorie. PC-ul sau echipamentul periferic semnalează când este pregătit să recepționeze mai multe date trimițând un semnal pe linia corespunzătoare. *Controlul fluxului prin software* implică un schimb de caractere între PC și echipamentul periferic serial. Un anumit caracter comunică PC-ului faptul că echipamentul periferic este pregătit, iar un alt caracter semnalează faptul că acesta nu mai poate recepționa alte date. Cele două tipuri de control al fluxului (hardware și software) pot avea fiecare mai multe forme. Porturile seriale ale unui PC folosesc în mod prestabilit controlul fluxului (sau dialogul de confirmare) de tip hardware. La fel sunt configurate și cele mai multe echipamente periferice seriale.

**Controlul fluxului prin hardware**

Există câteva semnale din interfața serială care sunt proiectate special pentru controlul fluxului. În locul obișnuitului mod de operare activ/inactiv, aceste semnale sunt folosite în cadrul unui algoritm complex.

Numărul de semnale pare să fie prea mare pentru controlul unei simple conexiuni (cum este cea cu plotterul) și chiar așa este. Protocolul de bază pentru dialogul de confirmare al unei interfețe seriale este realizat după cerințele comunicației între modemuri. Pentru un port serial, una dintre cele mai complexe probleme de control al fluxului este stabilirea unei conexiuni cu un modem și menținerea fluxului de date prin aceasta. Chiar și un schimb de date relativ simplu prin modem presupune parcurgerea a douăsprezece etape, în care există o interacțiune complexă a semnalelor. Etapele de bază ale algoritmului sunt următoarele:

**1.** În momentul în care un modem situat la distanță dorește să realizeze o conexiune, sună telefonul. Echipamentul de comunicații transmite către terminalul de date (către PC) semnalul Ring indicator (indicator de apel), pentru a avertiza asupra existenței unui apel de la distanță.

**2.** Terminalul de date este activat sau trece în modul de operare corespunzător pentru a intra în comunicație cu apelantul. După ce este pregătit, indică noua stare trimițând către echipamentul de comunicații semnalul Data terminal ready (terminalul de date pregătit).

**3.** Simultan, terminalul de date activează și linia Request to send (solicitarea permisiunii de transmitere).

**4.** După ce află că terminalul de date este pregătit, echipamentul de comunicații „răspunde" la telefon și așteaptă apariția pe linie a purtătoarei generate de celălalt modem. Dacă recunoaște semnalul undei purtătoare, transmite către terminalul de date semnalul Carrier detect (detectare purtătoare).

**5.** Echipamentul de comunicații negociază o conexiune. Când este pregătit să transmită date pe linia telefonică, activează semnalul Data set ready (echipamentul de comunicații pregătit).

**6.** Simultan, activează și linia Clear to send (liber pentru transmisie).

**7.** Echipamentul de comunicații plasează pe linia Receive data (recepție date) datele primite pe linia telefonică pentru a fi recepționate de terminalul de date.

**8.** Terminalul de date transmite informații către echipamentul de comunicații (deci către modemul situat la distanță) pe linia Transmit data (transmisie date).

**9.** Deoarece linia telefonică este de obicei mai lentă decât legătura dintre terminalul de date și echipamentul de comunicații, bufferul intern al echipamentului de comunicații se umple rapid. În această situație, cere terminalului de date să oprească transmiterea de informații dezactivând linia Clear to send (liber pentru transmisie). După golirea bufferului, echipamentul de comunicații activează din nou linia Clear to send.

**10.** Dacă terminalul de date nu poate trata datele recepționate, dezactivează linia Request to send (cerere de transmisie). Când este pregătit din nou să recepționeze date, reactivează linia Request to send.

**11.** Se termină convorbirea. Unda purtătoare dispare, iar echipamentul de comunicații anulează semnalele Carrier detect (detectare purtătoare), Clear to send (liber pentru transmisie) și Data set ready (echipamentul de comunicații pregătit).

**12.** După dezactivarea semnalului Carrier detect (detectare purtătoare), terminalul de date revine în starea anterioară (de activitate redusă), anulând semnalele Request to send (solicitarea permisiunii de transmitere) și Data terminal ready (terminalul de date pregătit).

La baza operațiunilor seriale stau două reguli de bază. În primul rând, înainte să transmită date, terminalul de date trebuie să recunoască pe liniile corespunzătoare semnalele Data set ready și Clear to send. În al doilea rând, înainte să transmită date seriale în exterior, echipamentul de comunicații trebuie să recunoască semnalele Data terminal ready și Request to send. Dezactivarea unuia dintre primele două semnale va determina terminalul de date să oprească transferul de date către exterior. Dezactivarea unuia dintre celelalte două semnale va determina echipamentul de comunicații să nu mai trimită date către terminal.

Semnalul Carrier detect poate intra sau nu în aceste relații. Unele terminale de date vor să recunoască acest semnal înainte să transmită date, însă altele nu îl iau în considerare.

**Controlul fluxului prin software**

Cealaltă metodă de realizare a dialogului de confirmare, controlul fluxului prin software, presupune realizarea unui schimb de caractere sau de tokenuri între echipamentul periferic serial și PC, schimb prin care se indică pornirea sau oprirea transferului de date. În mod normal, echipamentul periferic serial transmite un anumit tip de caracter pentru a indica faptul că poate primi date și un alt caracter, diferit de primul, pentru a anunța că este ocupat și nu poate recepționa informații. În general, sunt folosite două perechi de caractere, XON/XOFF și ETX/ACK.

În sistemul XON/XOFF, echipamentul periferic serial transmite un caracter XOFF către PC pentru a-i cere să oprească fluxul de date deoarece are bufferul plin. Acest caracter mai este numit și DC1 și are valoarea ASCII 19 sau 013(Hex). Mai este numit Ctrl+S (în unele programe de comunicații, prin apăsarea simultană a tastelor Ctrl și S se cere sistemului situat la distanță să oprească transmisia caracterelor către PC-ul local). După ce echipamentul periferic serial este din nou pregătit să recepționeze date, transmite pe linie (către PC-ul dumneavoastră) un caracter XON (cunoscut și cu numele DC3). Acest caracter are valoarea ASCII 17 sau 011(Hex). Și pentru acest caracter există o denumire care provine dintr-o combinație de taste: Ctrl+Q. În anumite programe de comunicații, dacă se apasă simultan tastele Ctrl și Q, se anulează efectul semnalului Ctrl+S.

Sistemul ETX/ACK funcționează într-un mod similar. Semnalul ETX, care este o abreviere pentru End of TeXt (Sfârșit de text), cere PC-ului să oprească transmisia textului (datelor). Acest caracter are valoarea ASCII 3 (zecimal sau hexazecimal) și mai este numit Ctrl+C. Semnalul ACK (forma prescurtată de la Acknowledge – Confirmare) cere PC-ului să reînceapă transmisia datelor. Acest caracter are valoarea ASCII 6 (zecimal sau hexazecimal) și mai este numit Ctrl+F.

Nu se poate spune care dintre cele două tipuri de control al fluxului (hardware sau software) este mai bun. Cel mai important lucru este că ambele funcționează. O problemă mult mai serioasă este tipul de control al fluxului folosit de echipamentul periferic serial și de aplicația software. Trebuie să vă asigurați că PC-ul, programul software și echipamentul periferic serial folosesc același tip de control al fluxului.

În mod cert, aplicația software vă va comunica cu ce tip de sistem preferă să lucreze sau vă va oferi posibilitatea de a alege între cele două tipuri de sisteme la încărcarea driverului pentru echipamentul periferic. Pentru echipamentul periferic serial, selectați tipul de control al fluxului folosit de portul serial la configurare. În mod uzual, această operație va presupune selectarea unei opțiuni dintr-un meniu sau poziționarea unui comutator DIP.

## Cablurile

Modelul de interfață serială RS-232C standard anticipează că veți conecta un terminal de date la un echipament de comunicații. La realizarea acestei legături, toate conexiunile de la un capăt al cablului sunt duse până la celălalt capăt, pin la pin, conexiune la conexiune. Semnificațiile semnalelor de la fiecare capăt al cablului sunt identice, iar funcția și sensul de transfer (adică de la terminalul de date către echipamentul de comunicații sau invers) sunt bine definite pentru fiecare dintre ele. Fiecare semnal este transmis direct de la un capăt al cablului la celălalt. Chiar și conectoarele sunt identice la fiecare capăt. Dacă am lua în calcul toate aceste aspecte, cablul serial ar trebui să fie relativ ușor de fabricat.

În realitate, lucrurile nu sunt atât de simple. Cablurile seriale sunt de obicei fie mult mai complicate, fie mai puțin complicate decât modelul de bază. Din nefericire, dacă vă propuneți să folosiți conexiunea serială pentru a lega la PC o imprimantă sau un plotter, modelul de cablu care trebuie fabricat este mult mai complex.

### Cablurile directe

Cablurile seriale sunt în general mai simple decât conexiunile pin la pin realizate între cele două conectoare, deoarece nici o legătură serială nu folosește toți cei 25 de pini ai conectorului. Chiar și în cele mai complexe scheme de realizare a dialogului de confirmare folosite de modemuri, sunt necesare doar nouă semnale pentru a realiza

conexiunea între terminalul de date și echipamentul de comunicații, de la PC la modem. (Pentru funcțiile de semnalizare, cele două semnale de masă sunt redundante – în cele mai multe cabluri seriale nu este realizată legătura cu masa șasiului). Ca urmare, pentru a realiza o legătură operațională între un terminal de date și un echipament de comunicații aveți nevoie doar de aceste 9 conexiuni. Presupunând că aveți un conector trapezoidal cu 25 de pini la fiecare capăt al cablului serial, pinii de bază care trebuie conectați sunt 2-8, 20 și 22. Acesta este numit în mod obișnuit cablu serial cu 9 fire, deoarece conexiunea la pinul 7 folosește ecranul cablului și nu o sârmă normală. În cazul în care aveți conectoare cu 9 pini la ambele capete ale cablului serial, toate cele 9 conexiuni sunt esențiale.

Deoarece nu toate sistemele folosesc toate semnalele pentru realizarea dialogului de confirmare, puteți găsi deseori cabluri seriale cu mai puține conexiuni. Cazul minimal este un sistem care folosește doar controlul fluxului prin software. În această situație, aveți nevoie de numai trei conexiuni: Transmit data, Receive data și masa semnalelor. Cu alte cuvinte, trebuie să legați doar pinii 2, 3 și 7 la un conector cu 25 de pini sau pinii 2, 3 și 5 la un conector serial cu 9 pini – presupunând, desigur, că aveți conectoare de aceeași dimensiune la ambele capete ale cablului.

Deși sunt disponibile în multe cazuri și cabluri cu un număr intermediar de conexiuni, ele nu sunt suficient de ieftine față de cablurile cu 9 fire pentru a justifica riscul și lipsa de adaptabilitate. De aceea, este indicat să folosiți cabluri cu 9 fire pentru sistemele care folosesc controlul fluxului prin hardware sau cabluri cu 3 fire pentru cele la care sunteți absolut sigur că se aplică doar controlul fluxului prin software.

Producătorii folosesc pentru realizarea conexiunilor seriale o gamă largă de tipuri de cablu. Dacă vă propuneți să utilizați doar conexiuni seriale cu rate de date relativ scăzute și lungimi rezonabile, puteți achiziționa orice tip de cablu doriți, inclusiv cablu telefonic bifilar torsadat. Pentru a vă proteja împotriva interferențelor, ar trebui să folosiți cablu ecranat, în care conductorul intern este înfășurat într-o țesătură de sârmă sau într-un strat de plastic învelit în aluminiu în scopul prevenirii infiltrării unor semnale înăuntru sau în afară. Ecranul de protecție al cablului ar trebui să fie conectat la masa semnalelor. În cazul ideal, masa semnalelor ar trebui să aibă propriul său fir, iar ecranul cablului ar trebui să fie conectat la masa șasiului, însă multora nu le pasă de aceste detalii).

## Cablurile adaptoare

Dacă aveți nevoie de un cablu cu un conector cu 25 de pini la un capăt și un conector cu 9 pini la celălalt capăt, nu puteți folosi un model cu legături directe, chiar dacă doriți să legați un terminal de date la un echipament de comunicații. Schemele diferite de semnale ale celor două stiluri de conectoare sunt incompatibile. În definitiv, nu aveți cum să legați pinul 22 de la un conector cu 25 de pini la pinul 22 dintr-un conector cu 9 pini, pentru simplul fapt că nu există.

Această problemă nu este neobișnuită. Chiar dacă modelul de conector cu 9 pini a devenit un standard *de facto* pentru PC-uri, cea mai mare parte dintre echipamentele periferice seriale, incluzând plotterele seriale, imprimantele seriale și modemurile, folosesc în continuare conectorul standard cu 25 de pini. Pentru a trece de la un tip de conector la celălalt, aveți nevoie de un adaptor. Adaptorul poate avea forma unui mic dispozitiv, cu câte un conector la fiecare capăt al unui cablu adaptor cu lungimea cuprinsă între 6 inci (aproximativ 15 cm) și 6 picioare (aproximativ 1,8 m).

Deși se găsesc în comerț adaptoare de orice tip, puteți să vă realizați cu ușurință un model propriu de cablu.

## Cablurile încrucișate

Nu ar trebui să întâmpinați nici o problemă cu comunicațiile seriale dacă încercați să conectați un port serial funcțional al unui calculator la un modem. Sunteți în situația de a conecta un terminal de date la un echipament de comunicații, adică exact cazul pentru care au fost proiectate sistemele seriale. Dacă introduceți între calculator și modem un cablu care conține fire suficiente pentru transferul semnalelor vitale, puteți realiza fără nici o problemă comunicații seriale. Încercați această operație și s-ar putea să vă întrebați de ce sunt atâția utilizatori care se plâng de natura capricioasă a conexiunilor seriale.

Însă în cazul în care doriți să conectați la un PC un plotter sau o imprimantă printr-un port serial, veți întâmpina imediat probleme. Realizatorii sistemului serial RS-232C au decis inițial că atât PC-urile, cât și dispozitivele periferice sunt terminale de date sau dispozitive DTE. Aceste destinații aveau sens, cel puțin în momentul respectiv. În acea situație, era la fel de probabil să conectați la un modem o imprimantă serială (cum ar fi un teleimprimator) ca și cum ar fi fost un terminal de calculator. Nici nu se punea problema conectării unei imprimante la un PC, deoarece PC-urile nici nu existau la vremea aceea.

Când conectați la PC-ul dumneavoastră un plotter sau o imprimantă – sau interconectați oricare alte două dispozitive DTE – printr-un cablu serial obișnuit, nu aveți nici un sistem de comunicație. Nici una dintre mașini nu are cum să știe că la celălalt capăt al cablului se găsește alt dispozitiv. Fiecare dintre ele va asculta linia de semnal a portului serial pe care o ascultă și cealaltă, și fiecare va transmite date pe linia pe care transmite date și cealaltă mașină. Nici unul dintre dispozitive nu va recepționa nici măcar un bit din datele transmise de celălalt dispozitiv.

Această problemă are o soluție evidentă: inversarea câtorva fire la unul dintre capete. Legați firul de transmisie date al conectorului PC-ului la pinul unde se recepționează datele la conectorul plotterului sau imprimantei. Mutați firul de recepție date de la PC în locul firului de transmisie date al plotterului sau imprimantei. De fapt, exact aceasta este modalitatea de realizarea a unui *cablu încrucișat (cross-over cable)* simplu: prin inversarea semnalelor de transmisie și recepție de la unul din capetele conexiunii. Un *adaptor încrucișat* aduce cablul încrucișat într-un singur conector.

Multe dintre dispozitivele pe care le conectați la un PC sunt clasificate ca DTE sau terminale de date, la fel ca PC-ul. Pentru conectarea la un PC, toate aceste dispozitive vor avea nevoie de un cablu încrucișat. În Tabelul 21.4 sunt listate mai multe astfel de dispozitive, pe care le puteți conecta la PC-ul dumneavoastră, precum și modul lor standard de funcționare: terminale de date (DTE) sau echipamente de comunicații (DCE).

**Tabelul 21.4** Tipurile obișnuite de dispozitive seriale

| *Echipamentul periferic* | *Tipul de dispozitiv* | *Cablul necesar pentru conectarea la PC* |
|---|---|---|
| PC | DTE | Încrucișat |
| Modem | DCE | Direct |
| Mouse | DCE | Direct |
| Trackball | DCE | Direct |
| Digitizor | DCE | Direct |
| Scanner | DCE | Direct |
| Imprimantă serială | DTE | Încrucișat |
| Plotter serial | DTE | Încrucișat |

Unele porturi seriale de PC (și unele dispozitive seriale) oferă pentru această problemă o soluție simplă și elegantă. Ele vă permit să selectați modul de funcționare a portului sau a dispozitivului respectiv (ca DTE sau DCE) prin jumpere sau comutatoare DIP. Pentru a conecta un PC de acest tip la un plotter sau la o imprimantă printr-un cablu direct obișnuit, configurați portul serial al PC-ului ca DCE.

Acest cablu încrucișat simplu, cu trei fire, funcționează numai în cazul unui sistem de control al fluxului prin software. Pentru dispozitivele care trebuie să utilizeze controlul fluxului prin hardware, conexiunea cu trei fire nu este funcțională. În aceste cazuri este nevoie de transmiterea prin cablu a semnalelor pentru dialogul de confirmare de tip hardware. De aici începe distracția.

Toate problemele încep cu semnalul Carrier detect. Acest semnal este generat de un echipament de comunicații și multe terminale de date trebuie să îl recepționeze obligatoriu înainte de a transmite date pe linie. În cazul în care conectați între ele două terminale de date, nici unul nu va putea genera un semnal de genul Carrier detect, astfel că nu este posibilă realizarea nici unui fel de conexiune care să permită terminalelor de date să înceapă să comunice. Va trebui să găsiți altă metodă de generare a semnalului Carrier detect.

Deoarece terminalele de date transmit semnalul Data terminal ready numai atunci când sunt pregătite să recepționeze date, puteți să împrumutați tensiunea de la această conexiune. Astfel, cele mai multe modele de cabluri încrucișate leagă semnalele Carrier detect cu semnalul Data terminal ready de la celălalt capăt al cablului.

Ambele terminale de date vor transmite semnalele Data terminal ready în momentul în care sunt pregătite să comunice. Într-o conexiune normală (cu un echipament de comunicații), ele se așteaptă să recepționeze semnalul Data set ready de la echipamentul de comunicații. În consecință, cele mai multe cabluri încrucișate leagă și semnalul Data terminal ready de la un capăt al cablului cu semnalul Data set ready (ca și cu Carrier detect) de la celălalt capăt. Realizarea acestei conexiuni permite celor două terminale de date situate la capetele cablului să afle când partenerul de dialog este pregătit să comunice.

Semnalele folosite pentru controlul fluxului sunt Request to send și Clear to send. În modelul standard de cablu încrucișat, semnalul Request to send de la unul din capete este legat la conexiunea Clear to send de la celălalt capăt. Această legătură va permite realizarea controlului fluxului – bineînțeles, presupunând că cele două dispozitive terminale de date respectă standardul de semnalizare analizat anterior. În Tabelul 21.5 sunt prezentate pe scurt aceste conexiuni.

**Tabelul 21.5** Cablul încrucișat de bază pentru controlul fluxului prin hardware (pentru conectoare cu 25 de pini)

| *Conectorul din PC* | *Funcție* | *Conectorul dispozitivului* |
|---|---|---|
| 2 | Transmit data | 3 |
| 3 | Receive data | 2 |
| 4 | Request to send | 5 |
| 5 | Clear to send | 4 |
| 6 | Data set ready | 20 |
| 7 | Masa semnalelor | 7 |

| *Conectorul din PC* | *Funcție* | *Conectorul dispozitivului* |
|---|---|---|
| 8 | Carrier detect | 20 |
| 20 | Data terminal ready | 6 |
| 20 | Data terminal ready | 8 |

Din nefericire, acest cablu s-ar putea să nu funcționeze corect în cazul în care legați mai multe dispozitive seriale la un PC obișnuit. În acest caz, este indicat să folosiți un model diferit de cablu, care combină semnalele Request to send și Clear to send și le leagă cu semnalul Carrier detect la capătul opus al cablului. Acest cablu va funcționa mai bine decât modelul prezentat anterior. Legăturile corespunzătoare acestui tip de cablu încrucișat sunt prezentate în Tabelul 21.6.

**Tabelul 21.6** Legăturile unui cablu serial încrucișat generic (pentru conectoare cu 25 de pini)

| *Conectorul din PC* | *Funcție* | *Conectorul dispozitivului* |
|---|---|---|
| 2 | Transmit data | 3 |
| 3 | Receive data | 2 |
| 4 | Request to send | 8 |
| 5 | Clear to send | 8 |
| 6 | Data set ready | 20 |
| 7 | Masa semnalelor | 7 |
| 8 | Carrier detect | 5 |
| 8 | Carrier detect | 4 |
| 20 | Data terminal ready | 22 |
| 20 | Data terminal ready | 6 |
| 22 | Ring indicator | 20 |

Există și imprimante care nu respectă schema de semnale atribuită conexiunilor RS-232C.

O modalitate de evitare a problemelor pe care le presupune găsirea combinației corecte de conexiuni hardware pentru dialogul de confirmare ar putea fi lăsarea responsabilității în seama software-ului – evitarea dialogului de confirmare hardware și utilizarea controlului fluxului prin software XON-XOFF, disponibil pentru cele mai multe dispozitive seriale. Deși este o idee bună, chiar și această soluție poate presupune multe ore de chin în cazul în care ceva nu merge cum trebuie – sau când nimic nu merge.

Atunci când încercați să folosiți dialogul de confirmare software, este ceva normal ca nimic să nu se întâmple. Fără driverul software corespunzător, PC-ul sau PS/2-ul dumneavoastră nu are de unde să știe că doriți să utilizați dialogul de confirmare software. Echipamentul stă liniștit așteptând să vină semnalele DSR și CTS de la dispozitivul serial conectat.

Uneori, puteți să evitați această problemă conectând pinul Data terminal ready la pinul Data set ready și Request to send la Clear to send în interiorul conectoarelor de la fiecare capăt al cablului. Această schemă de cablare satisface cerințele de negociere ale unui

dispozitiv folosind doar semnalele proprii acestuia. Însă fiți atent: acest truc va permite și sistemelor care folosesc dialogul hardware de confirmare să tipărească, însă probabil veți pierde blocuri mari de text atunci când lipsa unui dialog real de confirmare va permite PC-ului dumneavoastră să continue să transmită date chiar și după ce imprimanta anunță „Stop!“

În final, rețineți că unii utilizatori denumesc aceste cabluri încrucișate *cabluri null-modem*. Nu este corect. Un null-modem este un conector individual, folosit pentru testarea porturilor seriale. Acest dispozitiv conectează linia Transmit data cu linia Receive data a portului serial și realizează conexiunile pentru dialogul de confirmare chiar în interiorul conectorului, după schema descrisă anterior. În mod normal, un cablu null-modem este echipat cu acest tip de cablare la ambele capete. Cablul va forța constant trecerea ambelor porturi seriale în modul activ și va împiedica funcționarea oricărei scheme hardware de control al fluxului. Deși un astfel de cablu poate fi foarte util în anumite situații, nu este același lucru cu un cablu încrucișat. Dacă înlocuiți cablurile între ele, veți avea câteva surprize neplăcute – între altele, texte care dispar din interiorul documentelor la fel de misterios ca D. B. Cooper.

## Circuitele UART

Un port serial are două funcții principale. Trebuie să reîmpacheteze datele paralele în format serial și să le transmită pe un fir lung către circuitul situat la celălalt capăt, operație numită comanda liniei.

Deoarece transformarea datelor din format paralel în format serial este o funcție electrică foarte des utilizată, proiectanții au creat circuite integrate specializate care îndeplinesc această funcție. Denumite *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter* (receptor/transmițător asincron universal) sau circuite UART, aceste cipuri acceptă la intrare unul sau mai mulți octeți de date și îi transformă într-o secvență serială de biți. În plus, circuitele UART adaugă toate celelalte informații de control caracteristice unui semnal serial – biții de start, de paritate și de stop. Deoarece fiecare conexiune serială este practic bidirecțională, circuitul UART operează în ambele sensuri, și pentru transmisie, și pentru recepție, după cum sugerează și numele.

Deoarece circuitul UART efectuează toată munca de transformare în format serial a semnalelor de date din PC-ul dumneavoastră, operația sa stabilește una dintre limitele de performanță ale schimburilor de date seriale. Pentru PC-uri au fost realizate până acum trei generații diferite de circuite UART, fiecare dintre ele impunând propriile sale restricții.

Alegerea cipului este importantă mai ales în cazurile în care conectați la portul serial un modem. În comunicația on-line cu un modem, prin conexiune pot fi recepționate șiruri foarte lungi de caractere. PC-ul dumneavoastră trebuie să preia fiecare caracter dintr-un registru situat în circuitul UART și să îl mute în memorie. Dacă pe PC rulează un sistem de operare multitasking, este posibil ca acesta să întârzie câteva milisecunde înainte să își îndrepte atenția către UART și să preia caracterul conținut de acesta. Modelele mai vechi de circuite UART trebuie să aștepte ca PC-ul să preia caracterul curent din registru înainte să accepte un alt caracter de pe linia de comunicații. Dacă PC-ul nu este suficient de rapid, se adună foarte multe caractere. Deoarece circuitul UART nu știe cum să trateze caracterele, unele dintre ele se pierd pur și simplu. Ultimele modele de UART încorporează mici buffere (sau zone de memorie) care permit stocarea temporară de caractere până când PC-ul are timp să le transfere în memoria proprie. Aceste circuite UART mai noi oferă o protecție mai bună la pierderea caracterelor și sunt preferate de utilizatorii de modemuri pentru comunicațiile de mare viteză.

Atunci când conectați o imprimantă la un port serial, nu întâmpinați astfel de probleme. Conexiunea de imprimantă este mai mult un monolog decât un dialog – PC-ul dumneavoastră transmite caractere și preia foarte puține informații de răspuns de la imprimantă. În mod obișnuit, va prelua un singur caracter, XOFF sau XON, care comunică PC-ului să oprească sau să pornească fluxul de date. Deoarece nu există nici un fel de risc de încurcare a caracterelor sosite, nu există necesitatea existenței unui buffer în circuitul UART.

Dacă aveți atașate la PC și un modem și o imprimantă serială, strategia dumneavoastră ar trebui să fie evidentă: modemul preia portul cu circuitul UART cel mai rapid. Imprimanta poate lucra cu circuitul UART rămas, indiferent de tipul acestuia.

În trecut, producătorii de PC-uri foloseau în construcția sistemelor unul dintre următoarele trei circuite UART individuale: 8250, 16450 și 16550A. PC-urile moderne includ în seturile de cipuri funcțiile a unu sau două UART, astfel încât cipurile UART independente (dar nu și funcțiile lor) nu mai sunt necesare. Aceste circuite UART integrate sunt de obicei echivalente funcțional cu cipul individual 16550A.

Teoretic, nu ar trebui să vă intereseze tipul de circuit UART dintr-un PC mai nou. Însă există și produse de extensie mai ieftine (cum ar fi plăcile I/O și modemurile), care pot folosi modelele mai vechi de circuite UART. Ca urmare, ar trebui să fiți atent la diferențele dintre diferitele cipuri UART.

### 8250

Primul circuit UART folosit în calculatoarele personale a fost instalat pe placa pentru comunicații asincrone (Asynchronous Communications Adapter) a PC-ului IBM original în anul 1981. După mai mult de cincisprezece ani de la lansarea pe piață, datorită prețului său scăzut circuitul este încă utilizat pe plăcile de extensie pentru adaptor de port mai ieftine. Acest circuit are un buffer intern cu capacitatea de un octet, care este exact minimul necesar pentru aplicațiile de tipărire sau desenare pe plotter. Bufferul poate păstra caracterul XOFF până când PC-ul își face timp să îl citească. Nu este indicat pentru comunicațiile sigure pe două căi la viteze mari de modemuri.

### 16450

În anul 1984, proiectanții au introdus pentru prima dată în PC-uri o versiune îmbunătățită a circuitului 8250, circuitul UART 16450. Cu toate că circuitul 16450 are o schemă internă care permite o viteză mult mai mare de lucru, lucrează tot cu un buffer de un octet, la fel ca predecesorul său. În anumite condiții, cum ar fi folosirea unor rate mari de date, porturile seriale realizate cu ajutorul acestui circuit UART pot pierde caractere. Deși funcțional sunt identice, circuitele 16450 și 8250 sunt diferite din punct de vedere fizic (semnificațiile pinilor sunt deosebite) și nu puteți să introduceți pe unul dintre ele într-un soclu destinat celuilalt model.

### 16550A

Un progres real în domeniul circuitelor UART s-a produs o dată cu introducerea în PC-uri a circuitului 16550, în anul 1987. Pentru că primele versiuni ale acestui cip aveau hibe, circuitul a fost refăcut rapid într-un produs codificat 16550A. Mai sunt cunoscute și variantele 16550AF și 16550AFN, ultimele inițiale indicând tipul de circuit și temperatura nominală a acestuia. Principala noutate încorporată în circuitul 16550 a fost un *buffer pe 16 octeți de tip FIFO (first-in, first out* sau *primul intrat, primul ieșit)*. Bufferul este foarte important pentru modemurile de mare viteză care operează în sistemele multitasking și a făcut ca acest cip să devină opțiunea principală pentru comunicații.

Pentru a păstra compatibilitatea cu circuitul 16450, circuitul 16550 ignoră bufferul intern în situația în care nu este activat. Cea mai mare parte dintre programele de comunicații activează automat acest buffer. Din punct de vedere fizic, circuitele 16550 și 16450 se potrivesc și pot opera în aceleași socluri, deci un cip mai vechi poate fi modernizat cu ușurință, prin înlocuirea cu unul nou.

## Funcțiile regiștrilor

Registrul de la adresa de bază atribuită fiecărui port serial este folosit pentru comunicațiile de date. Octeții sunt mutați în și din circuitul UART cu ajutorul instrucțiunilor OUT și IN ale microprocesorului. Următoarele șase adrese sunt folosite de alți regiștri ai portului serial: registrul de permitere a întreruperii (Interrupt Enable Register), registrul de identificare a întreruperii (Interrupt Identification Register), registrul de control al liniei (Line Control Register), registrul de control al modemului (Modem Control Register), registrul de stare a liniei (Line Status Register) și registrul de stare a modemului (Modem Status Register). Un alt registru, denumit bistabil de divizare (Divisor Latch), partajează adresa de bază folosită de regiștrii Transmit și Receive și de următorul registru superior utilizat de registrul de permitere a întreruperii. Acest registru este accesat prin bascularea unei valori de configurare în registrul de control al liniei.

Acest bistabil (latch) memorează divizorul care determină viteza de operare a portului serial. Valoarea încărcată în bistabil este înmulțită cu 16. Produsul rezultat este folosit pentru a diviza semnalul de ceas furnizat de cipul UART și pentru a determina astfel rata de biți a portului. Datorită factorului de multiplicare cu 16, cea mai mare viteză la care poate opera portul serial este limitată la 1/16 din semnalul de ceas furnizat (care este 1,8432 MHz). Dacă se stabilește valoarea bistabilului la minimum, adică 1, rezultă o rată de biți de 115.200 bps.

Regiștrii nu au doar rolul de a memora valorile folosite de cipul UART, ci și de a raporta sistemului dumneavoastră starea conversației pe linia serială. De exemplu, registrul de stare a liniei semnalizează dacă un caracter care a fost încărcat anterior pentru a fi transmis a fost trimis pe linie. De asemenea, acest registru indică și momentul recepției unui caracter nou.

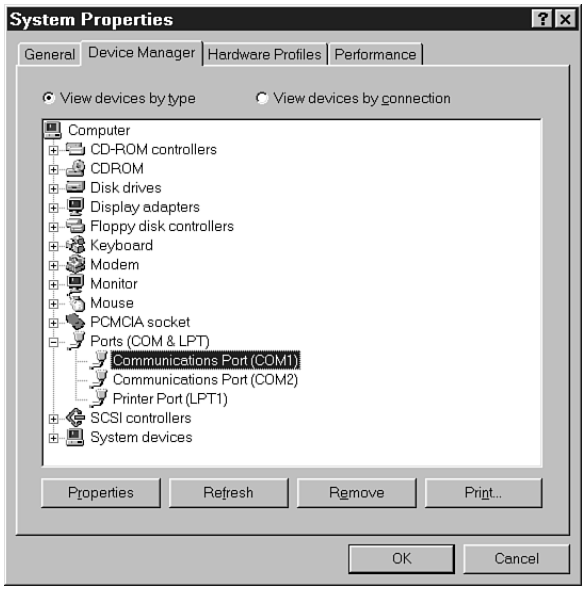
Cu toate că puteți modifica manual valorile memorate în acești regiștri, cu ajutorul programului Debug sau prin alte programe, nu aveți de ce să vă complicați. Regiștrii oferă însă o mare flexibilitate programatorilor.

Deoarece pentru configurare nu se folosesc comutatoare DIP sau jumpere, modul direct de adresare a acestor regiștri permite configurarea software pentru toți parametrii vitali de operare ai circuitului UART. De exemplu, prin încărcarea valorilor corespunzătoare în registrul de control al liniei, pot fi modificate lungimea cuvântului, paritatea și numărul biților de stop folosiți de fiecare cuvânt serial.

## Controlul bufferului

Windows 3.1 a fost singurul sistem de operare care a oferit suport pentru bufferul din circuitul 16550. Însă acest suport se limita doar la aplicațiile Windows. Aplicațiile DOS aveau nevoie de un suport FIFO intern chiar când rulau în Windows 3.1. Windows for Workgroups (versiunea 3.11) a extins suportul pentru buffer și la aplicațiile DOS care rulau în acest mediu de operare. În cazul în care cipul 16550 este prezent în calculatorul pe care sunt instalate, driverele standard de comunicații din sistemele de operare Windows 95 și 98 folosesc automat funcțiile oferite de bufferul acestui cip.

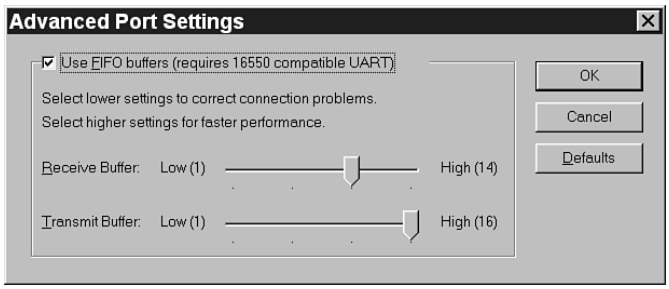
**FIGURA 21.3**
*Ecranul Device Manager din Windows.*




În cazul sistemului Windows, puteți controla bufferul FIFO prin secțiunea Device Manager (Administratorul de dispozitive) a dosarului System din Control Panel. După ce deschideți fereastra Control Panel, executați clic pe pictograma System. După aceasta, executați clic pe eticheta Device Manager și apoi pe intrarea Ports; pe ecran va fi afișată lista tuturor porturilor disponibile din sistemul dumneavoastră. Executați clic pe portul COM pe care doriți să îl controlați și apoi executați din nou clic pe butonul Properties situat sub listă, așa cum este ilustrat în Figura 21.3.

În ecranul Communications Port Properties, executați clic pe eticheta Port Settings. Pe lângă parametrii prestabiliți configurați pentru portul ales, veți vedea butonul denumit Advanced (Opțiuni avansate). Dacă executați clic pe acest buton, deschideți o fereastră în care puteți controla bufferul FIFO, așa cum este prezentat în Figura 21.4.

**FIGURA 21.4**
*Activarea sau dezactivarea bufferului FIFO al circuitului UART în sistemul Windows.*


Advanced Port Settings
Use FIFO buffers (requires 16550 compatible UART)
Select lower settings to correct connection problems.
Select higher settings for faster performance.
Receive Buffer: Low (1) High (14)
Transmit Buffer: Low (1) High (16)
OK
Cancel
Defaults

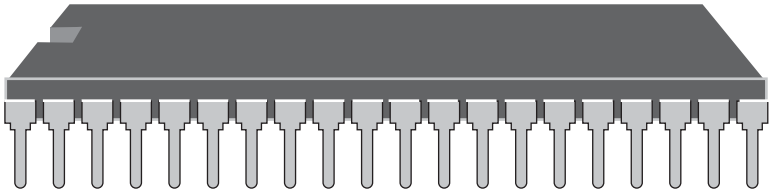
Sistemul Windows activează în mod prestabilit bufferul FIFO în cazul în care calculatorul dumneavoastră posedă un circuit UART 16550 sau un echivalent al acestuia. Este resursa minimă pe care o puteți găsi într-un PC nou și, de asemenea, resursa minimă pe care o așteaptă sistemul Windows. Pentru a dezactiva bufferul, executați clic pe caseta de validare denumită Use FIFO buffers (Folosește bufferele FIFO).

## Identificarea circuitelor UART

Una dintre căile de identificare a tipului de circuit UART instalat în PC-ul dumneavoastră este de a citi denumirea imprimată direct pe cip. Pe lângă o mulțime de prefixe, sufixe, coduri de date, secvențe de numere și alte secrete importante numai pentru producătorii cipului, veți găsi și numărul modelului de cip.

Desigur, prima operație este găsirea cipului respectiv în calculator. Din fericire, circuitele UART sunt relativ simplu de descoperit. Toate cele trei tipuri de circuite UART arată exact la fel, având forma unei capsule DIP (Dual In-line Package), din material plastic negru, cu 40 de pini, care are puțin mai mult de 2 inci în lungime (aproximativ 50 mm) și 0,8 inci în lățime (20 mm). În Figura 21.5 este prezentată o astfel de capsulă. Aceste cipuri mari ies în evidență pe plăcile multifuncționale sau adaptoare de port pe care le veți găsi în mod obișnuit. Unele modele mai vechi de PC-uri includ aceste cipuri chiar pe plăcile de bază.

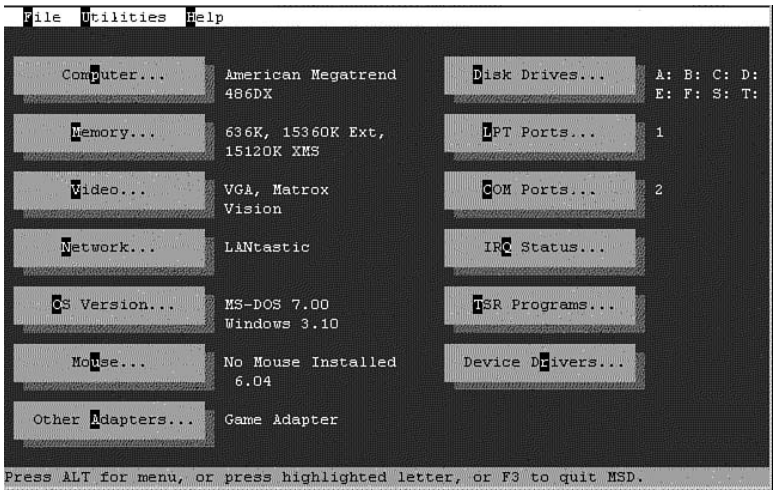
**FIGURA 21.5**
*Capsula DIP cu 40 de pini folosită de circuitele UART.*



Din nefericire, această prezentare clasică a cipului UART dispare în PC-urile moderne. În multe cazuri, circuitele mari de tip ASIC (Application-Specific Integrated Circuits), care sunt specifice aplicațiilor, încorporează schemele și funcțiile unui UART (sau, de obicei, a două din ele). Datorită acestui fapt, în cele mai multe PC-uri moderne nu puteți vedea cipuri UART, chiar dacă au două porturi seriale încorporate.

Cea mai bună metodă de identificare a circuitelor UART este prin verificarea funcțiilor acestora. Aplicând această metodă, nu mai trebuie să deschideți carcasa PC-ului pentru a vedea ce este în interior. Mai mult, puteți fi sigur că cipul va acționa așa cum vă așteptați. Programele de detectare vor verifica circuitul UART rapid și fără efort. În plus, puteți determina tipul circuitelor UART din PC-ul dumneavoastră (ca și multe alte informații) utilizând Microsoft Diagnostics, programul MSD.EXE, care este inclus în ultimele versiuni de Windows. După ce lansați în execuție MSD, veți vedea pe ecran o fereastră asemănătoare cu cea prezentată în Figura 21.6.

**FIGURA 21.6**
*Ecranul de deschidere al programului Microsoft Diagnostics.*




Din meniul principal, alegeți opțiunea COM ports... apăsând tasta „C". Programul va răspunde afișând detaliile despre porturile seriale instalate în sistemul dumneavoastră pe un ecran asemănător cu cel prezentat în Figura 21.7.

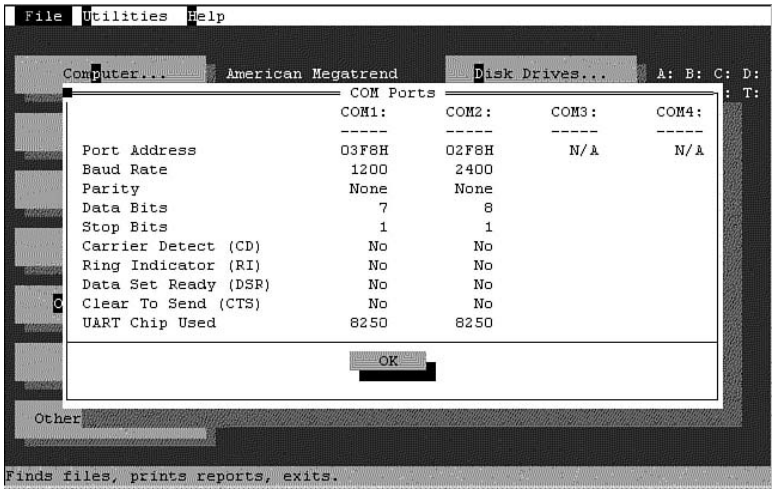

File Utilities Help
Computer... American Megatrend Disk Drives... A: B: C: D:
COM Ports
COM1: COM2: COM3: COM4:
Port Address 03F8H 02F8H N/A N/A
Baud Rate 1200 2400
Parity None None
Data Bits 7 8
Stop Bits 1 1
Carrier Detect (CD) No No
Ring Indicator (RI) No No
Data Set Ready (DSR) No No
Clear To Send (CTS) No No
UART Chip Used 8250 8250
OK
Other
Finds files, prints reports, exits.

**FIGURA 21.7**
*Ecranul Microsoft Diagnostics care detaliază parametri porturilor de comunicații.*

Ultima linie din ecran listează cipul UART utilizat de fiecare dintre porturile seriale din PC. Pentru modemul extern folosiți cel mai nou cip (dacă aveți posibilitatea să alegeți); cipurile 8250 (care apar și în ecranul de exemplificare) sunt potrivite pentru plottere, imprimante, mouse-uri și alte dispozitive mai lente.

### Porturile seriale îmbunătățite

Utilizatorii serioși de modemuri au posibilitatea de a instala în PC-urile proprii un port serial îmbunătățit (Enhanced Serial Port), care funcționează la fel ca un circuit 16550, însă încorporează circuite mai rapide și un buffer mult mai mare. Deoarece trebuie să instalați chiar dumneavoastră un astfel de circuit, ar trebui să aflați dacă nu cumva aveți deja unul în calculator. Cele mai multe porturi seriale îmbunătățite sunt identificate ca circuite UART 16550 de programele care detectează configurația sistemului. Aceste circuite au fost introduse în primul rând pentru a beneficia de avantajele vitezelor mai mari ale modemurilor. Deoarece modemurile paralele și noile modele de porturi seriale, cum ar fi USB, pot obține cel puțin aceleași performanțe cu ajutorul unor standarde recunoscute în domeniu, este recomandat să evitați utilizarea porturilor seriale îmbunătățite.

## Interfața logică

PC-ul dumneavoastră controlează circuitul UART al portului serial printr-un set de șapte regiștri incluși în cip. Deși programele ar putea trimite datele și comenzile către circuitul UART (și, prin acesta, la dispozitivul serial) folosind adresa hardware a regiștrilor din cip, această strategie are multe dezavantaje. În primul rând, presupune ca proiectanții sistemelor să aloce de la început (și pentru totdeauna) resursele de sistem utilizate de portul serial. Proiectanților primului PC IBM nu le-a convenit să stabilească o regulă permanentă, astfel că au creat un sistem mult mai flexibil, care permite programelor software să acceseze porturile după nume. În plus, ei au oferit chiar o metodă prin care numele de porturi puteau fi atribuite corespunzător printr-o procedură automată, chiar dacă utilizatorii nu instalaseră porturile într-o ordine prestabilită.

### Numele de porturi

Numele atribuite inițial porturilor au fost COM1 și COM2. În anul 1987, realizatorii sistemului DOS au extins gama de porturi care puteau fi folosite de sistem, introducând porturile COM3 și COM4. Sub Windows 3.1, puteau fi instalate într-un PC până la nouă

porturi seriale, cu ajutorul convențiilor DOS, deși nu exista nici un fel de standard care să specifice existența unor valori mai mari de porturi. În sistemul Windows 95 și versiunile mai noi a fost îmbunătățit suportul pentru porturile seriale, extinzându-se numărul valorilor posibile la 128. Implementarea acestor porturi intră în sarcina driverului de dispozitiv care le controlează.

Înainte de Windows 95, sistemele de operare respectau convențiile DOS de numire a porturilor. Numele care au fost atribuite unui port serial depind de adresele de port de intrare/ieșire folosite de regiștrii circuitului UART. Pentru cei șapte regiștri UART, PC-urile rezervă un bloc de opt porturi I/O. Aceste opt adrese sunt continue (în secvență) și de aceea pot fi identificate perfect după prima, care este *adresa de bază* a portului serial.

Datorită perioadei lungi de când sunt utilizate, primele două adrese de bază folosite de porturile seriale au rămas nemodificate, 3F8(Hex) și 2F8(Hex). Deși următoarele două adrese de bază sunt variabile, cele mai folosite valori pentru ele sunt 3E8(Hex) și 2E8(Hex). La încărcarea unui PC, sistemul DOS citește toate valorile adreselor de bază corespunzătoare porturilor seriale și apoi le atribuie în ordine numele de porturi. În această schemă, numele porturilor seriale sunt acordate întotdeauna secvențial. Teoretic, chiar dacă ați sări peste un număr din lista ordonată de adrese de bază, ați obține tot o secvență de nume de porturi seriale, începând cu COM1. Într-un sistem cu patru porturi, valorile ar putea fi atribuite la fel ca în Tabelul 21.7.

**Tabelul 21.7** Valorile de configurare prestabilite pentru porturile seriale în DOS și Windows

| *Numele portului* | *Adresa de bază* | *Întreruperea atribuită* |
|---|---|---|
| COM1 | 03F8(Hex) | 4 |
| COM2 | 02F8(Hex) | 3 |
| COM3 | 03E8(Hex) | 4 |
| COM4 | 02E8(Hex) | 3 |

Versiunile actuale ale sistemului Windows caută adresele nominale de bază pentru porturile seriale și atribuie driverul de port serial acelora care sunt active. Dispozitivele care se află în afara domeniului normal – inclusiv porturile seriale plasate în modemurile interne – au nevoie de drivere proprii care să corespundă hardware-ului. Windows nu obligă la respectarea ordinii de atribuire a numelor de porturi, astfel încât puteți avea foarte ușor un sistem doar cu porturile COM1 și COM3.

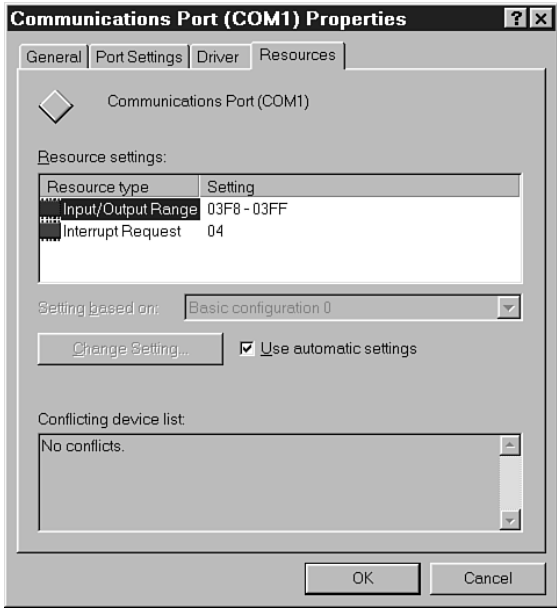
## Întreruperile

Porturile seriale funcționează în mod normal ca dispozitive conduse prin întreruperi. Când trebuie să efectueze imediat o acțiune, aceste porturi trimit către microprocesorul PC-ului dumneavoastră un semnal special denumit întrerupere. După ce microprocesorul recepționează un semnal de întrerupere, oprește procesul tratat în momentul respectiv, salvează informațiile despre starea curentă și lansează în execuție una dintre rutinele software speciale denumite *handlere de întrerupere*.

Un port serial generează o întrerupere hardware trimițând pe linie un semnal *Interrupt request* (*cerere de întrerupere)* sau IRQ. Dacă întreruperile nu sunt partajate, fiecare port serial are nevoie de propria sa întrerupere. Din nefericire, numărul de întreruperi disponibile este de obicei prea mic pentru ca fiecare din cele patru porturi seriale să aibă

propria linie IRQ. În multe calculatoare, porturile seriale nu folosesc în mod obișnuit decât întreruperile 3 și 4. În situația în care aveți mai mult de două porturi seriale instalate într-un astfel de sistem, unele porturi trebuie să partajeze întreruperile între ele. În sistemele care nu vă permit decât utilizarea acestor două întreruperi, pot apărea conflicte când două dispozitive seriale conectate la porturi diferite cer microprocesorului să folosească simultan aceeași întrerupere. Rezultatul poate fi pierderea caracterelor în comunicațiile prin portul serial, mouse-uri care refuză să se deplaseze și chiar căderea sistemului.

**FIGURA 21.8**
*Foaia de proprietăți Resources din dosarul Communications Port Properties.*




Sistemul Windows poate ajuta la rezolvarea problemelor de conflict de întrerupere ale portului serial. În mod normal, sistemul de operare identifică în mod automat porturile seriale. Puteți modifica setările automate cu ajutorul foii de proprietăți Resources din caseta de dialog Communications Port Properties, așa cum este prezentat în Figura 21.8. Acest dosar poate fi accesat la fel ca atunci când configurați bufferele FIFO (operație descrisă într-un paragraf anterior).

# Porturile paralele

Caracteristica definitorie a modelului paralel de port se regăsește chiar în numele său. Portul este paralel deoarece folosește pentru transferul semnalelor opt fire separate, închise într-un singur cablu – câte un fir pentru fiecare bit dintr-un octet de date. Firele de semnal parcurg în paralel drumul de la PC-ul dumneavoastră la destinație – sau cel puțin așa era înainte. Cele mai bune cabluri sunt realizate prin torsadarea celor opt fire, însă continuă să transmită semnalele direct (și paralel în același timp).

Teoretic, lucrul cu opt fire înseamnă că puteți să mutați datele de opt ori mai repede printr-o conexiune paralelă decât printr-un singur fir. Dacă toate fenomenele implicate ar respecta teoria, această afirmație ar fi adevărată. Deși unele aplicații practice au demonstrat că aceste extrapolări sunt imposibile, portul paralel a fost recunoscut datorită vitezei sale în perioada de când este utilizat. Primul său adversar, portul serial RS-232, s-a declarat învins, viteza sa maximă de 115,2 Kbps fiind depășită chiar și în modelele mai vechi de PC-uri de vitezele de două până la cinci ori mai mari obținute prin portul paralel. Ultimele modele proiectate pe baza tehnologiei paralele oferă rate de date prin conexiunea paralelă de până la 100 de ori mai mari decât rata de bază a portului serial.

În aplicațiile mai simple, cum ar fi legarea unei imprimante la PC (destinația sa inițială), portul paralel oferă un model elegant de instalare. Nu trebuie decât să cuplați imprimanta și aceasta va lucra fără nici o problemă – dacă apar totuși probleme, acestea nu au nici un fel de legătură cu interconectarea.

În ciuda acestor exemple laudative, porturile paralele nu sunt ferite complet de probleme. Nu toate porturile paralele sunt realizate la fel. În timpul scurtei istorii a calculatorului personal, au apărut mai multe modele diferite de porturi. Deși ultimele modele de PC-uri înglobează de obicei porturile paralele cele mai noi, mai fiabile și mai rapide, unii producători de calculatoare rămân zgârciți. Chiar și în cazul în care cumpărați un calculator nou-nouț, puteți avea surpriza să descoperiți că sistemul respectiv conține un port de imprimantă simplu, care amintește de prima generație de PC-uri.

Este mai bine să începem prezentarea acestui subiect prin a lămuri confuzia apărută în legătură cu modelele de port paralel, depistându-i originile. Deși istoria portului paralel este lungă, mai lungă chiar decât a PC-ului, vom începe cu momentul apariției acestui tip de calculator.

## Istoric

Necesitatea nu este numai mama născocirilor, ci și a portului paralel. La fel ca orice mare invenție, portul paralel a apărut datorită unei probleme care trebuia să fie rezolvată. Când firma IBM a construit primul PC, proiectanții săi au căutat o metodă mai simplă de legare a calculatorului la o imprimantă, care să elimine problemele și costurile de fabricație ale unui port serial. Conexiunea paralelă simplă, folosită anterior într-o formă similară de unele imprimante, s-a dovedit a fi o soluție elegantă. Ca urmare, o versiune ușor modificată de IBM a devenit echipamentul standard pentru primele PC-uri. Datorită scopului bine definit, acest port a căpătat curând supranumele de „port de imprimantă“ (printer port). Aceasta s-a datorat nu numai faptului că imprimantele erau ușor de atașat la un port paralel, ci și pentru că erau singurele echipamente periferice care puteau fi cuplate la primele porturi de acest tip la momentul respectiv.

Pentru a respecta adevărul, trebuie să spunem că realizatorii calculatoarelor personale au avut o contribuție minimă la proiectarea primului port paralel. Ei au adăugat un conector nou, care se potrivea mai bine în spațiul disponibil în PC, dar modelul de port era deja utilizat de imprimantele calculatoarelor din acei ani. Creată inițial de firma de imprimante Centronics Data Computer Corporation și folosită în anii ‘60 și ‘70 pentru a conecta imprimantele la calculatoare, conexiunea era simplă, chiar elegantă din punct de vedere electric. Cu toate că în acea perioadă erau folosite componente discrete și nu circuite personalizate, nu era necesar să fie adăugate decât câteva elemente la o imprimantă sau la PC. Mai există încă nostalgici care numesc portul paralel port *Centronics*.

Însă portul paralel al PC-ului nu este identic cu modelul Centronics propriu-zis. Adaptându-l pentru calculatorul personal, IBM l-a înlocuit cu un conector mai mic. Jackul mai mare utilizat de modelul Centronics avea 36 de pini și era prea mare pentru ceea ce își propusese IBM – folosirea unei bride de fixare a plăcilor în comun cu conectorul primului adaptor video pentru PC, MDA (Monochrome Display Adapter). În plus, IBM a adăugat două semnale noi pentru a da PC-ului un control sporit asupra imprimantei și a corecta sincronizarea semnalelor transmise prin interfață. Însă cea mai mare parte dintre imprimantele Centronics au lucrat foarte bine cu PC-ul original.

În timp, portul paralel al calculatorului personal a început să aspire la ceva superior. Își făcea treaba, și o făcea bine, trimițând date într-o singură direcție – de la PC la

imprimantă – cu viteze cuprinse între 50 și 150 de kiloocteți pe secundă. A devenit foarte răspândit, putem spune chiar universal (în forma inițială sau în variante foarte puțin modificate). Cu ajutorul unui port paralel, orice tip de imprimantă putea fi conectată la un PC (sau cel puțin așa se părea).

În 1987 însă, proiectanții de la IBM au îndreptat modelul portului paralel într-o direcție nouă. Motivația schimbării a venit cu totul întâmplător. Firma a decis să adopte pentru noua linie de calculatoare PS/2 unitățile de dischete de 3,5 inci în momentul în care toate PC-urile din lume lucrau cu dischete de 5,25 inci. În noile calculatoare nu era prevăzut spațiu pentru instalarea unităților mai mari, deoarece firma IBM a crezut că întreaga lume va trece instantaneu la lucrul cu noul format de disc. Era nevoie doar ca utilizatorii să-și transfere datele, o singură dată, în noul format de disc. Pentru a face posibil transferul, IBM a elaborat standardul *Data Migration Facility (Facilitatea pentru migrarea datelor)*, un nume interesant pentru un cablu și o pereche de discuri. Cablul era folosit pentru a conecta vechiul PC la noul PS/2, iar programele software de pe discuri pentru a muta fișierele, prin portul paralel, de pe mașina și discurile mai vechi pe cele noi.

Această soluție se baza pe capacitatea portului paralel din calculatorul PS/2 de a recepționa date, ca și de a transmite date, de exemplu la imprimantă. Proiectanții au analizat modelul portului și l-au făcut să lucreze în ambele direcții, creând astfel un *port paralel bidirecțional*. Datorită legăturii strânse cu calculatorul PS/2, acest model de port este numit uneori *port paralel PS/2*.

Facilitatea pentru migrarea datelor (Data Migration Facility) s-a dovedit a fi o idee valabilă și mai târziu, în ciuda singurei probleme tehnice pe care o avea (lucrul într-o singură direcție). După ce calculatoarele notebook au devenit cunoscute pe scară largă, și ele au avut nevoie de metode convenabile pentru a transfera fișierele între mașini. Dezvoltatorii de programe de transfer de fișiere, cum ar fi Brooklyn Bridge și LapLink, și-au dat seama că această conexiune oferă o soluție foarte bună. Modificând semnalele portului paralel, ei au descoperit că puteau face ca orice port paralel să opereze în ambele direcții și să transfere date între PC-uri.

Soluția pentru realizarea transferurilor bidirecționale de date pe vechile porturi unidirecționale a fost redefinirea semnalelor. Proiectanții au schimbat destinația a patru semnale din conectorul paralel, care aveau inițial funcția de a transmite informații de stare de la imprimantă la PC-ul dumneavoastră. Aceste semnale erau deja orientate în direcția corectă. Tot ce au avut de făcut programatorii a fost să preia controlul direct al portului și să utilizeze semnalele conform noilor definiții. Desigur, cele patru semnale nu puteau să formeze un octet. Ele nu făceau decât să transmită prin port patru biți de informație în direcția inversă. Deoarece patru biți formează o tetradă sau niblu (nibble), noul mod de lucru al portului paralel a primit curând numele de *mod pe tetrade*.

Transferul pe patru biți a avut implicații mai mari decât inventarea unui nume nou. Jumătate din numărul normal de biți înseamnă jumătate din viteză. Modul pe tetrade operează la aproximativ jumătate din viteza normală a portului paralel – mai rapid decât porturile seriale care lucrează pe o singură linie, însă nu la viteza maximă permisă de portul paralel.

Dacă însă ambele capete ale unei conexiuni paralele ar fi avut porturi bidirecționale, transferurile de date s-ar fi derulat cu viteză maximă în ambele sensuri. Din nefericire, după ce producătorii au început să adapteze echipamentele periferice de performanță mai mare pentru lucrul cu portul paralel, ceea ce odată era viteză impresionantă a devenit viteză de melc. Cu toate că porturile paralele bidirecționale satisfac cu prisosință

cerințele modeste de transfer de date ale imprimantelor și unităților de dischetă, ele au rămas în urma altor tehnici de conectare la PC-uri a unităților de hard-disc și a rețelelor.

Inginerii de la firma producătoare de adaptoare de rețea Xircom Incorporated au decis să facă ceva pentru a îmbunătăți performanțele portului paralel și s-au aliat cu producătorul de calculatoare notebook Zenith Data Systems în scopul găsirii unei metode mai bune de utilizare a legăturii paralele. În timp, li s-a adăugat firma Intel Corporation, împreună cu care au format un triumvirat denumit Enhanced Parallel Port Partnership (parteneriatul pentru obținerea portului paralel îmbunătățit). Ei au testat două metode pentru creșterea vitezei transferului de date printr-un port paralel. Au raționalizat interfața logică astfel încât PC-ul avea nevoie de mai puține informații suplimentare pentru a deplasa octeții prin port. În plus, au definit cu atenție sincronizarea semnalelor transferate prin port, reducând la minimum timpul pierdut și împiedicând astfel apariția erorilor de sincronizare. Rezultatul cercetărilor a fost denumit *Enhanced Parallel Port* (port paralel îmbunătățit).

În data de 10 august 1991, organizația a publicat prima descriere a ceea ce se credea că este și trebuie să fie următoarea generație de porturi paralele. Cele trei firme au continuat munca până în luna martie 1992, când au supus spre aprobare comitetului IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) versiunea 1.7 a specificației pentru a fi aprobată ca standard în domeniu.

Deși versiunea EPP a portului paralel poate crește performanțele conexiunii de aproape zece ori, nu a fost suficient pentru a-i mulțumi pe toți. Potențialul de viteză i-a făcut pe unii ingineri să vadă în vechiul port paralel o alternativă la mult mai complexele magistrale de extensie (de exemplu, sistemul SCSI). Pornind de la această idee, firma Hewlett-Packard s-a aliat cu firma Microsoft pentru a transforma portul paralel într-un standard de extensie universal, denumit *Extended Capabilities Port* (sau ECP). În luna noiembrie 1992, cele două companii au lansat pe piață prima versiune a specificației ECP, aplicabilă la calculatoarele care foloseau magistrala de extensie ISA. Această primă implementare adaugă la modelul EPP două noi moduri de transfer – un mod rapid de comunicație bidirecțională între un PC și echipamentele sale periferice și un alt mod bidirecțional, cu performanțe mult îmbunătățite prin aplicarea unei operații simple de comprimare totală a datelor – și definește un sistem complet de control software.

Inovația ECP se bazează pe un protocol pentru schimbarea datelor printr-o conexiune paralelă de mare viteză. Dispozitivele de la cele două capete ale fiecărei conexiuni ECP negociază viteza și modul de deplasare a datelor. PC-ul dumneavoastră poate interoga orice dispozitiv ECP pentru a determina capacitățile de lucru ale acestuia. De exemplu, calculatorul poate determina limbajul folosit de imprimantă și, pe baza acestei informații, configurează driverul de imprimantă corespunzător. În plus, dispozitivele ECP transmit PC-ului viteza la care pot efectua transmisiile de date și formatul datelor cu care lucrează. Pentru a vă asigura de calitatea tuturor transmisiilor, specificația ECP include detectarea erorilor și dialogul de confirmare între dispozitive. De asemenea, permite utilizarea comprimării de date pentru creșterea vitezei de transfer.

În 30 martie 1994, IEEE Standards Board a aprobat standardul pentru portul paralel, *IEEE-1284-1994*. Standardul includea toate modurile de bază și modelele de porturi paralele, incluzând atât ECP, cât și EPP. A fost propus spre aprobare și Institutului Național American pentru Standarde (American National Standards Institute) și a fost aprobat ca standard în 2 septembrie 1994.

Standardul IEEE 1284 marchează un moment hotărâtor în evoluția modelelor și denumirilor de porturi paralele. Standardul definește (sau redefinește) toate aspectele conexiunii paralele, de la interfața software din PC și până la componentele electronice de control din imprimantă. Porturile paralele sunt împărțite în două categorii: *dispozitive compatibile IEEE 1284*, care vor opera cu noua interfață și care includ, de fapt, aproape tot ce s-a produs în domeniul porturilor și dispozitivelor paralele, și *dispozitive conforme cu standardul IEEE 1284*, care înțeleg și folosesc noul standard. Această deosebire s-a făcut în principal între porturile care au apărut înainte și după standardizare. Puteți considera porturile *compatibile* IEEE 1284 ca fiind „tehnologia veche“ și porturile *conforme* cu standardul 1284 ca fiind „tehnologia nouă“.

Înainte de apariția standardului IEEE 1284, porturile paralele puteau fi împărțite în patru categorii: porturi paralele standard (Standard Parallel Ports), porturi paralele bidirecționale (Bi-directional Parallel Ports, cunoscute și ca porturi paralele PS/2), porturi paralele îmbunătățite (Enhanced Parallel Ports) și porturi cu capacități extinse (Extended Capabilities Ports). Specificația IEEE redefinește diferențele dintre porturi, clasificându-le după modul de transfer folosit. Deși termenii nu sunt exact aceiași, puteți considera tipul standard de port paralel ca fiind cel capabil să realizeze numai transferuri în modul pe tetrade. Un port PS/2, sau un port bidirecțional mai vechi, este unul care poate efectua și transferuri în modul pe octeți. Porturile EPP și ECP sunt cele care folosesc modurile EPP și ECP, așa cum sunt descrise de specificația IEEE 1284.

EPP și ECP rămân standarde separate de IEEE 1284, deși ele au fost refăcute astfel încât să se bazeze pe această specificație. Atât EPP, cât și ECP, operează în modurile proprii, dar conform specificației IEEE pentru conexiunile fizice și semnalele electrice. Cu alte cuvinte, IEEE 1284 descrie caracteristicile fizice și electrice ale unei categorii de porturi paralele. Celelalte standarde descriu modul în care porturile operează și se leagă în aplicații.

## Conectoarele

Orice discuție despre funcția și modul de operare ale portului paralel ar trebui să înceapă cu conectorul. Înainte de toate, conectorul este cel care pune portul la lucru. Este modul în care portul paralel își face simțită prezența fizică, singura parte din interfață și din standard pe care o puteți atinge sau ține în mână. Este singura componentă din interfață cu care majoritatea utilizatorilor au avut vreodată de-a face. O dată ce cunoașteți intrările și ieșirile conectoarelor paralele, veți putea cupla la PC cea mai mare parte dintre imprimante și o mulțime de alte dispozitive care folosesc acum semnale de la ceea ce a fost odată portul de imprimantă.

Din nefericire, ca și în cazul modurilor de operare, conectorul pentru portul paralel nu este de un singur tip. Conectoarele pentru porturi paralele sunt realizate în modele destul de diferite și incompatibile pentru a face lucrurile mai interesante, au variante de cablare destul de subtile pentru ca depanarea să devină dificilă și necesită atâtea explicații suplimentare, încât ar fi nevoie de încă o ediție a acestei cărți. Deși prognoza pe termen lung pentru cei care suferă datorită confuziilor legate de conectoare este bună – se pare că porturile paralele vor ajunge să aibă un singur model de conector – pe termen scurt lucrurile par să fie din ce în ce mai neclare.

Înainte de introducerea standardului IEEE-1284, producătorii de echipamente periferice foloseau unul din cele două modele existente de conectoare pentru porturi paralele. În spatele PC-ului dumneavoastră puteați găsi un conector mamă trapezoidal cu 25 de pini,

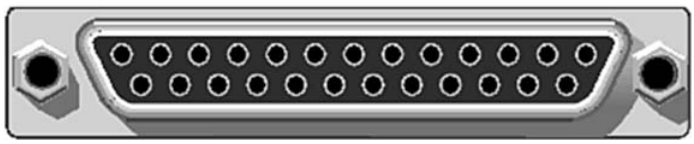
alegerea firmei IBM pentru ca portul paralel să se încadreze în limitele impuse de adaptorul video MDA. La imprimantă, puteați găsi un conector mamă cu 36 de pini, de tip panglică, copiat după modelul original Centronics. În efortul de a obține standardizarea porturilor paralele, comisia IEEE a folosit aceste două modele ca pe o bază de plecare, dându-le forma de standard și nume oficiale: conectoarele 1284-A și 1284-B. Standardul a introdus și un conector nou, miniaturizat, 1284-C, similar ca funcție cu vechiul conector Centronics de tip panglică, însă având jumătate din dimensiunea acestuia.

## Conectorul A

Portul paralel pe care v-ați obișnuit să-l vedeți în spatele PC-ului dumneavoastră a fost inovația pragmatică a proiectanților de la firma IBM. În perioada realizării primului PC, multe calculatoare foloseau pentru porturile de imprimantă un conector trapezoidal cu 36 de pini, care se potrivea perfect la imprimantele stil Centronics. Acest conector era pur și simplu prea lung (avea cam 4 inci, adică aproximativ 10 cm) pentru locul în care doreau să îl plaseze proiectanții de la IBM. Un conector trapezoidal cu 12 pini mai puțin se potrivea exact în locul destinat și ar fi rămas suficienți pini pentru a asigura funcțiile esențiale cerute într-un port paralel, cât timp unele dintre traseele de masă erau folosite în comun de două (sau chiar trei) semnale. Mai mult, modelul trapezoidal cu 25 de pini exista în stocuri peste tot unde firma IBM a introdus prototipul de PC, deoarece conectorul respectiv era folosit de mai mult timp pentru porturile seriale. Pentru a-l deosebi de o conexiune serială, IBM a ales pentru conectorul paralel tipul opus (o priză mamă pe PC).

Pentru a păstra compatibilitatea cu modelul original IBM, și ceilalți producători de calculatoare au adoptat acest conector. Până când IEEE a acceptat să standardizeze portul paralel, standardul l-a reprezentat conectorul trapezoidal cu 25 de pini. Comitetul IEEE a adoptat acest conector cu numele 1284-A. În Figura 21.9 este prezentată o imagine de principiu a conectorului A.

**FIGURA 21.9**
*Conectorul IEEE-1284A, un jack mamă trapezoidal cu 25 pini.*



Contactele individuale se prezintă ca niște orificii în soclu, plasate la intervale de o zecime de inci sau 2,54 mm (măsurat între centre). Pe jackul imprimantei, așa cum apare în figură, pinul 1 se găsește în dreapta sus, iar contactele sunt numerotate consecutiv de la dreapta la stânga. Pinul 14 se află în marginea din dreapta, pe rândul de jos, iar contactele sunt numerotate ca și pe primul rând, de la dreapta la stânga. (Deoarece cablarea acestui conector se poate face în spate, numerele contactelor vor apărea în ordinea normală, de la stânga spre dreapta). Pentru a fi protejate, orificiile din soclu sunt îmbrăcate în material plastic, iar acesta este înconjurat complet de un înveliș din metal, care ajunge până la corpul conectorului. Când este poziționat ca în imagine, întregul conector are aproximativ doi inci în lățime (cam 5 cm) și o jumătate de inci înălțime (aproximativ 1,27 cm).

Conectorul se prinde de carcasă cu două șuruburi de tipul 4-40, aplicate pe jack, care sunt de fapt șuruburi de extensie. Ele se potrivesc în orificiile conectorului și îl atașează la o carcasă. Aceste șuruburi nu au capete crestate, ci sunt prevăzute cu socluri speciale, în care puteți fixa șuruburile de la conectorul pereche, pentru a realiza o legătură sigură.

Ca priză sau jack pentru montarea pe panoul din spatele PC-ului, acest conector poate avea diferite coduri de subansamblu, în funcție de producător. Iată câteva exemple: AMP 747846-4, Molex 82009, 3M 8325-60XX și 3M 89925-X00X. Conectoarele tată corespunzătoare sunt codificate AMP 747948-1, Molex 71527 și 3M 8225-X0XX.

Dintre cele 25 de contacte ale acestui conector de port paralel, 17 sunt atribuite unor semnale individuale pentru transfer de date și control. Cei opt pini rămași sunt folosiți pentru semnale de masă. În Tabelul 21.8 sunt prezentate funcțiile atribuite fiecăruia dintre aceste semnale, așa cum au fost implementate în modelul original IBM de port paralel pentru PC și pentru cele mai multe calculatoare compatibile, până la adoptarea standardului IEEE 1284. În modul de compatibilitate, standardul IEEE folosește, în principiu, aceleași atribuiri de semnale.

**Tabelul 21.8** Semnificația pinilor în portul paralel din PC-ul original

| *Pin* | *Funcție* |
|---|---|
| 1 | Strobe (Strob) |
| 2 | Bitul de date 0 |
| 3 | Bitul de date 1 |
| 4 | Bitul de date 2 |
| 5 | Bitul de date 3 |
| 6 | Bitul de date 4 |
| 7 | Bitul de date 5 |
| 8 | Bitul de date 6 |
| 9 | Bitul de date 7 |
| 10 | Acknowledge (Confirmare) |
| 11 | Busy (Ocupat) |
| 12 | Paper end (Out of paper) (Terminat hârtia) |
| 13 | Select (Selectare) |
| 14 | Auto feed (Salt automat) |
| 15 | Error (Eroare) |
| 16 | Initialize printer (Inițializare imprimantă) |
| 17 | Select input (Selectare intrare) |
| 18 | Semnal de masă pentru semnalul Strobe |
| 19 | Semnal de masă pentru biții de date 1 și 2 |
| 20 | Semnal de masă pentru biții de date 3 și 4 |
| 21 | Semnal de masă pentru biții de date 5 și 6 |
| 22 | Semnal de masă pentru biții de date 7 și 8 |
| 23 | Semnal de masă pentru semnalele Busy și Fault |
| 24 | Semnal de masă pentru semnalele Paper out, Select și Acknowledge |
| 25 | Semnal de masă pentru semnalele Auto feed, Select input și Initialize printer |

În specificația IEEE 1284, definiția fiecărui semnal de pe fiecare pin este dependentă de modul de operare al portului. Numai definițiile se modifică; în interiorul PC-ului și în cablu, lipiturile nu suferă schimbări – dacă nu ar fi așa, comutarea modurilor nu s-ar mai face atât de ușor. Definițiile modificate determină schimbarea protocolului, adică a dialogului de confirmare a semnalelor care controlează fiecare transfer.

Un singur conector fizic aflat în spatele PC-ului dumneavoastră poate opera în oricare dintre aceste cinci moduri de lucru, iar definițiile semnalelor și modurile lor de operare se vor modifica în mod corespunzător. În Tabelul 21.9 sunt prezentate cele cinci moduri de lucru, împreună cu semnalele atribuite fiecăruia.

**Tabelul 21.9** Semnificațiile semnalelor pentru conectorul IEEE 1284-A în toate modurile de lucru

| *Pin* | *Modul de compatibilitate* | *Modul pe tetrade* | *Modul pe octeți* | *Modul EPP* | *Modul ECP* |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | nStrobe | HostClk | HostClk | nWrite | HostClk |
| 2 | Data 1 | Data 1 | Data 1 | AD1 | Data 1 |
| 3 | Data 2 | Data 2 | Data 2 | AD2 | Data 2 |
| 4 | Data 3 | Data 3 | Data 3 | AD3 | Data 3 |
| 5 | Data 4 | Data 4 | Data 4 | AD4 | Data 4 |
| 6 | Data 5 | Data 5 | Data 5 | AD5 | Data 5 |
| 7 | Data 6 | Data 6 | Data 6 | AD6 | Data 6 |
| 8 | Data 7 | Data 7 | Data 7 | AD7 | Data 7 |
| 9 | Data 8 | Data 8 | Data 8 | AD8 | Data 8 |
| 10 | nAck | PtrClk | PtrClk | Intr | PeriphClk |
| 11 | Busy | PtrBusy | PtrBusy | nWait | PeriphAck |
| 12 | PError | AckDataReq | AckDataReq | User defined 1 | nAckReverse |
| 13 | Select | Xflag | Xflag | User defined 3 | Xflag |
| 14 | nAutoFd | HostBusy | HostBusy | nDStrb | HostAck |
| 15 | nFault | nDataAvail | nDataAvail | User defined 2 | nPeriph Request |
| 16 | nInit | nInit | nInt | nInt | nReverse Request |
| 17 | nSelectIn | 1284 Active | 1284 Active | nAStrb | 1284 Active |
| 18 | Semnal de masă pentru pinul 1 (nStrobe) | | | | |
| 19 | Semnal de masă pentru pinii 2 și 3 (biții de date 1 și 2) | | | | |

| *Pin* | *Modul de compatibilitate* | *Modul pe tetrade* | *Modul pe octeți* | *Modul EPP* | *Modul ECP* |
|---|---|---|---|---|---|
| 20 | Semnal de masă pentru pinii 4 și 5 (biții de date 3 și 4) | | | | |
| 21 | Semnal de masă pentru pinii 6 și 7 (biții de date 5 și 6) | | | | |
| 22 | Semnal de masă pentru pinii 8 și 9 (biții de date 7 și 8) | | | | |
| 23 | Semnal de masă pentru pinii 11 și 15 | | | | |
| 24 | Semnal de masă pentru pinii 10, 12 și 13 | | | | |
| 25 | Semnal de masă pentru pinii 14, 16 și 17 | | | | |

Pe lângă atribuirile standardizate ale semnalelor, IEEE 1284 ne oferă și un nomenclator standard pentru descrierea semnalelor. În Tabelul 21.9 și în toate tabelele care se referă la standard, numele semnalelor care au în față litera „n“ indică faptul că semnalul este activ atunci când are valoare negativă – ceea ce înseamnă că absența tensiunii semnifică prezența semnalului.

Schimbările de mod sunt negociate între PC și imprimantă sau alt echipament periferic conectat la portul paralel. Ca urmare, ambele capete ale conexiunii comută modurile simultan, astfel încât semnificațiile semnalelor rămân aceleași la cele două capete. De exemplu, dacă legați o imprimantă mai veche, care lucrează numai în modul de compatibilitate, PC-ul dumneavoastră nu poate negocia nici un alt mod de operare cu imprimanta. Calculatorul nu va activa nici modul EPP, nici modul ECP, astfel că imprimanta nu va primi semnale pe care nu le înțelege. Această negociere a modului de lucru asigură pentru dispozitivele paralele compatibilitatea cu versiunile mai vechi.

## Conectorul B

Interfața paralelă din spatele imprimantei dumneavoastră este o moștenire directă a modelului Centronics original și este folosită de peste două decenii. În Figura 21.10 este prezentată o imagine de principiu a acestui conector.

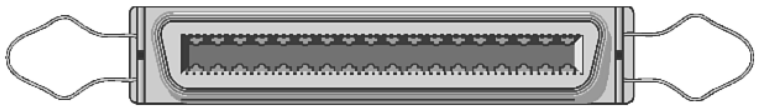


**FIGURA 21.10**
*Conectorul IEEE1284-B, un jack de tip panglică, având 36 de pini.*

În trecut, acest conector era numit „Amphenol“, după numele fabricantului conectorului original Amphenol 57-40360, folosit la primele porturi. Amphenol a folosit numele comercial „Blue Ribbon“ pentru toate seriile de conectoare care îl includeau pe acesta, de unde și numele de conector de tip panglică (ribbon connector).

În prezent există mai mulți producători care oferă acest tip de conector, fiecare folosind un cod propriu de produs. Pe lângă conectorul Amphenol, mai există și alte produse, dintre

care amintim: AMP 555119-1, Molex 71522, 3M 3367-300X și 3M 3448-62. Conectorul tată, fixat pe cablu, este disponibil în variantele AMP 554950-1 sau Molex 71522.

Contactele individuale din conectorul mamă cu 36 de pini au forma unor lamele (panglici) din metal. Cu ajutorul a două rânduri de câte 18 contacte, se formează practic o deschidere de formă dreptunghiulară în care se introduce conectorul cablului. Întregul conector, măsurat dintr-o margine în cealaltă, are o lungime de aproximativ 2,75 inci (aproape 70 mm) și o lățime de aproximativ 0,66 inci (16,7 mm). Contactele individuale se află la o depărtare de 0,085 inci (cam 2 mm) unul de celălalt (considerându-se distanța între centre). Pe jackul de imprimantă prezentat în figură, pinul 1 se găsește în colțul din dreapta sus, iar contactele sunt numerotate secvențial de la dreapta la stânga. Pinul 19 se găsește în colțul din dreapta jos, iar contactele de pe rândul de jos sunt numerotate similar, de la dreapta la stânga. (Pentru a cabla acest tip de conector, trebuie să lucrați din spate, iar numerotarea contactelor ar trebui să vă apară normal, de la stânga la dreapta).

Atribuirea semnalelor pinilor individuali ai acestui tip de conector a parcurs până în acest moment trei etape de standardizare. Primul standard a fost stabilit de firma Centronics pentru imprimantele proprii. În 1981, firma IBM a modificat acest prim model prin redefinirea câtorva conexiuni. În final, în anul 1994, comitetul IEEE a publicat propriul standard de atribuire a pinilor, care, la fel ca în cazul conectorului A, diferă în funcție de modul de operare.

Modelul Centronics constituie baza de lucru pentru toate celelalte standarde. Acest model, cu mici modificări, a fost folosit de toate imprimantele fabricate în primii ani de utilizare a PC-urilor. În Tabelul 21.10 sunt prezentate atribuirile semnalelor pentru acest standard. Prin modificarea aranjamentului de semnale din acest model s-a ajuns până la forma standardului IEEE 1284. După cum au evoluat imprimantele, modelul Centronics original poate fi considerat ieșit din uz. Imprimantele care nu respectă standardul IEEE folosesc invariabil structura de conector IBM din PC-ul original.

**Tabelul 21.10** Modul de atribuire a semnalelor pentru portul paralel Centronics

| *Pin* | *Funcție* |
|---|---|
| 1 | Strobe (Strob) |
| 2 | Bitul de date 0 |
| 3 | Bitul de date 1 |
| 4 | Bitul de date 2 |
| 5 | Bitul de date 3 |
| 6 | Bitul de date 4 |
| 7 | Bitul de date 5 |
| 8 | Bitul de date 6 |
| 9 | Bitul de date 7 |
| 10 | Acknowledge (Confirmare) |
| 11 | Busy (Ocupat) |
| 12 | Paper end (Out of paper) (Terminat hârtia) |
| 13 | Select (Selectare) |

| *Pin* | *Funcție* |
|---|---|
| 14 | Masa semnalelor |
| 15 | Oscilator extern |
| 16 | Masa semnalelor |
| 17 | Masa șasiului |
| 18 | +5 Vcc |
| 19 | Semnal de masă pentru semnalul Strobe |
| 20 | Semnal de masă pentru bitul de date 0 |
| 21 | Semnal de masă pentru bitul de date 1 |
| 22 | Semnal de masă pentru bitul de date 2 |
| 23 | Semnal de masă pentru bitul de date 3 |
| 24 | Semnal de masă pentru bitul de date 4 |
| 25 | Semnal de masă pentru bitul de date 5 |
| 26 | Semnal de masă pentru bitul de date 6 |
| 27 | Semnal de masă pentru bitul de date 7 |
| 28 | Semnal de masă pentru semnalul Acknowledge |
| 29 | Semnal de masă pentru semnalul Busy |
| 30 | Semnal de masă pentru semnalul Input prime |
| 31 | Input prime (Inițializare) |
| 32 | Fault (Eroare) |
| 33 | Light detect (Sesizare lumină) |
| 34 | Line count (Contor de linii) |
| 35 | Semnal de masă pentru semnalul Line count (izolat de masa semnalelor) |
| 36 | Rezervat |

Modelul Centronics include câteva semnale unice, care nu se mai găsesc în modelele ulterioare. Conexiunile Line count (Contor de linii) (pinii 34 and 35) realizează un contact izolat, închis de fiecare dată când imprimanta avansează hârtia cu o linie. Semnalul Light detect (Sesizare lumină) (pinul 33) reprezintă un indicator de funcționare a lămpii din interiorul imprimantei (care detectează prezența hârtiei). Semnalul Oscilator extern (pinul 15) oferă dispozitivelor externe un semnal de ceas, situat în general în gama de la 100 KHz la 200KHz. Semnalul Input prime (Inițializare) (pinul 31) are aceeași funcție ca semnalul Initialize. Acest semnal resetează imprimanta, golind în același timp bufferul intern.

Modelul original de PC elimină aceste semnale (rămâne Input prime, însă cu alt nume) și adaugă două semnale noi, Auto feed (Salt automat) și Select input (Selectare intrare), despre care vom discuta într-o altă secțiune. De fapt, acest model reprezintă modul de compatibilitate IEEE 1284 pentru conectorul 1284-B. Modul de atribuire a semnalelor este prezentat în Tabelul 21.11.

**Tabelul 21.11** Modul de atribuire a semnalelor pentru portul paralel de imprimantă IBM

| *Pin* | *Funcție* |
|---|---|
| 1 | Strobe (Strob) |
| 2 | Bitul de date 0 |
| 3 | Bitul de date 1 |
| 4 | Bitul de date 2 |
| 5 | Bitul de date 3 |
| 6 | Bitul de date 4 |
| 7 | Bitul de date 5 |
| 8 | Bitul de date 6 |
| 9 | Bitul de date 7 |
| 10 | Acknowledge (Confirmare) |
| 11 | Busy (Ocupat) |
| 12 | Paper end (Out of paper) (Terminat hârtia) |
| 13 | Select (Selectare) |
| 14 | Auto feed (Salt automat) |
| 15 | Fără conexiune |
| 16 | Masa |
| 17 | Fără conexiune |
| 18 | Fără conexiune |
| 19 | Semnal de masă pentru semnalul Strobe |
| 20 | Semnal de masă pentru bitul de date 0 |
| 21 | Semnal de masă pentru bitul de date 1 |
| 22 | Semnal de masă pentru bitul de date 2 |
| 23 | Semnal de masă pentru bitul de date 3 |
| 24 | Semnal de masă pentru bitul de date 4 |
| 25 | Semnal de masă pentru bitul de date 5 |
| 26 | Semnal de masă pentru bitul de date 6 |
| 27 | Semnal de masă pentru bitul de date 7 |
| 28 | Semnal de masă pentru semnalele Paper end, Select și Acknowledge |
| 29 | Semnal de masă pentru semnalele Busy și Fault |
| 30 | Semnal de masă pentru semnalele Auto feed, Select input și Initialize printer |
| 31 | Initialize printer (Inițializare imprimantă) |
| 32 | Error (Eroare) |

| *Pin* | *Funcție* |
|---|---|
| 33 | Fără conexiune |
| 34 | Fără conexiune |
| 35 | Fără conexiune |
| 36 | Select input (Selectare intrare) |

Ca și în cazul conectorului A, definițiile semnalelor din standardul IEEE 1284 pentru conectorul B se schimbă o dată cu modul de operare al portului paralel. Atribuirea semnalelor pentru fiecare dintre cele cinci moduri de operare IEEE este prezentată în Tabelul 21.12.

**Tabelul 21.12** Atribuirea semnalelor pentru conectorul IEEE 1284-B pentru toate cele cinci moduri de operare

| *Pin* | *Modul de compatibilitate* | *Modul pe tetrade* | *Modul pe octeți* | *Modul EPP* | *Modul ECP* |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | nStrobe | HostClk | HostClk | nWrite | HostClk |
| 2 | Data 1 | Data 1 | Data 1 | AD1 | Data 1 |
| 3 | Data 2 | Data 2 | Data 2 | AD2 | Data 2 |
| 4 | Data 3 | Data 3 | Data 3 | AD3 | Data 3 |
| 5 | Data 4 | Data 4 | Data 4 | AD4 | Data 4 |
| 6 | Data 5 | Data 5 | Data 5 | AD5 | Data 5 |
| 7 | Data 6 | Data 6 | Data 6 | AD6 | Data 6 |
| 8 | Data 7 | Data 7 | Data 7 | AD7 | Data 7 |
| 9 | Data 8 | Data 8 | Data 8 | AD8 | Data 8 |
| 10 | nAck | PtrClk | PtrClk | Intr | PeriphClk |
| 11 | Busy | PtrBusy | PtrBusy | nWait | PeriphAck |
| 12 | PError | AckDataReq | AckDataReq | Definit de utilizator 1 | nAckReverse |
| 13 | Select | Xflag | Xflag | Definit de utilizator 3 | Xflag |
| 14 | nAutoFd | HostBusy | HostBusy | nDStrb | HostAck |
| 15 | Nedefinit | | | | |
| 16 | Masa logicii | | | | |
| 17 | Masa șasiului | | | | |
| 18 | Alimentarea logicii echipamentului periferic | | | | |
| 19 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 1 (nStrobe) | | | | |

*continuare*

**Tabelul 21.12** Continuare

| *Pin* | *Modul de compatibilitate* | *Modul pe tetrade* | *Modul pe octeți* | *Modul EPP* | *Modul ECP* |
|---|---|---|---|---|---|
| 20 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 2 (Data 1) | | | | |
| 21 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 3 (Data 2) | | | | |
| 22 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 4 (Data 3) | | | | |
| 23 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 5 (Data 4) | | | | |
| 24 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 6 (Data 5) | | | | |
| 25 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 7 (Data 6) | | | | |
| 26 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 8 (Data 7) | | | | |
| 27 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 9 (Data 8) | | | | |
| 28 | Semnalul de masă de retur pentru pinii 10, 12 și 13 (nAck, PError și Select) | | | | |
| 29 | Semnalul de masă pentru pinii 11 și 32 (Busy și nFault) | | | | |
| 30 | Semnalul de masă pentru pinii 14, 31 și 36 (nAutoFd, nSelectIn și nInit)) | | | | |
| 31 | nInit | nInit | nInit | nInit | nReverse Request |
| 32 | nFault | nDataAvail | nDataAvail | Definit de utilizator 2 | nPeriph Request |
| 33 | Nedefinit | | | | |
| 34 | Nedefinit | | | | |
| 35 | Nedefinit | | | | |
| 36 | nSelectIn | 1284 Active | 1284 Active | nAStrb | 1284 Active |

Nici în acest caz, modurile de operare ale portului și atribuirile de semnal asociate nu sunt fixate prin hardware și pot fi schimbate dinamic în timp ce PC-ul folosește conexiunea. Deși calculatorul personal acționează ca gazdă și decide ce mod trebuie folosit, nu poate negocia decât semnalele care pot fi înțelese de imprimantă sau de celelalte dispozitive paralele. Imprimanta (sau echipamentul conectat la portul paralel) determină care dintre cele cinci moduri poate fi folosit în timp ce PC-ul și aplicațiile software aleg unul dintre modurile disponibile pentru a transfera datele.

## Conectorul C

Dacă ar putea să reînceapă proiectarea de la zero, fără nici o condiție inițială, inginerii nu ar mai ajunge să creeze două conectoare distincte, având mai multe moduri de operare diferite și, uneori, compatibile. Comitetul IEEE a văzut o astfel de ocazie la realizarea standardului 1284, ocazie pe care s-a grăbit să o exploateze. Pentru a elimina confuzia dintre cele două tipuri de conectoare și cerința intrinsecă de adaptoare pentru a face legătura între ele, proiectanții au ales soluția logică: au creat un al treilea conector, IEEE 1284-C.

Toate dispozitivele conforme cu standardul IEEE 1284 de nivel 2 trebuie să folosească acest tip de conector. Această cerință este modul prin care comitetul IEEE spune: „Haideți să uităm aceste modele vechi și confuze de porturi paralele, cu sincronizări ciudate și viteze limitate de lucru, și să construim ceva complet nou pentru generația următoare“. După ce toți utilizatorii din lume vor trece la standardul IEEE 1284 de nivel 2, nu va mai fi nevoie de compatibilitate, cabluri adaptoare și alte asemenea lucruri. Dar până ce fabricanții vor adopta treptat conectorul C pentru produsele lor, veți mai avea nevoie de adaptoare, într-o gamă și mai largă.

Toate acestea fiind spuse, conectorul C are multe calități pentru care merită să fie recomandat. Rezolvă cu ușurință problema lipsei de spațiu a conectorului original IBM. Deși păstrează toate semnalele de la conectorul B, conectorul C este miniaturizat, având aproximativ jumătate din dimensiunea conectorului B. Ca priză montată pe PC, măsoară aproximativ 1,75 inci în lungime (44,45 mm) și 0,375 inci în lățime (95,25 mm). În Figura 21.11 este prezentată o imagine a acestui conector.

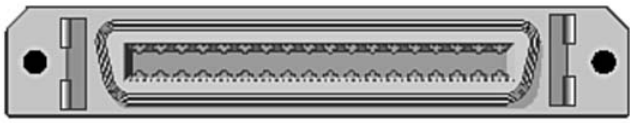


**FIGURA 21.11**
*O imagine de principiu a conectorului de port paralel 1284-C.*

Suprafața de contact a conectorului C seamănă mult cu cea a conectorului B, având lamelele de contact aranjate în interiorul unei deschideri de formă dreptunghiulară în care se introduce conectorul cablului. Spațiul dintre contactele individuale este însă mai mic, având aproximativ 0,05 inci (1,27 mm), distanță măsurată între centre. Această măsură corespunde cu cele folosite în mod obișnuit de plăcile moderne cu circuite imprimate.

Conectorul C este prevăzut cu un sistem de blocare forțată, care folosește cleme legate de conectorul tată. Clemele pătrund în zăvoarele plasate de o parte și de alta a suprafeței de contact, așa cum se observă și în figură. Prin apăsarea laturilor conectorului, clemele se desfac și sunt eliberate din zăvor.

Așa cum s-a specificat într-o secțiune anterioară, conectorul mamă este produs de mai multe firme. Dintre variantele apărute pe piață amintim AMP 2-175925-5, Harting 60-11-036-512, Molex 52311-3611 și 3M 10236-52A2VC. Codurile de fabricație ale conectoarelor tată corespunzătoare sunt AMP 2-175677-5, Harting 60-13-036-5200, Molex 52316-3611 și 3M 10136-6000EC.

Fiecare semnal al conectorului C are atribuit propriul său pin, neexistând nici un pin nedefinit. Ca și în cazul celorlalte conectoare, modul de atribuire a semnalelor depinde de modul în care operează portul IEEE 1284. În Tabelul 21.13 este prezentată atribuirea semnalelor pentru conectorul 1284-C, în fiecare dintre cele cinci moduri disponibile.

**Tabelul 21.13** Atribuirea semnalelor pentru conectorul IEEE 1284-C în toate cele cinci moduri de operare

| *Pin* | *Modul de compatibilitate* | *Modul pe tetrade* | *Modul pe octeți* | *Modul EPP* | *Modul ECP* |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Busy | PtrBusy | PtrBusy | nWait | PeriphAck |
| 2 | Select | Xflag | Xflag | Definit de utilizator 3 | Xflag |
| 3 | nAck | PtrClk | PtrClk | Intr | PeriphClk |
| 4 | nFault | nDataAvail | nDataAvail | Definit de utilizator 2 | nPeriphRequest |
| 5 | PError | AckDataReq | AckDataReq | Definit de utilizator 1 | nAckReverse |
| 6 | Data 1 | Data 1 | Data 1 | AD1 | Data 1 |
| 7 | Data 2 | Data 2 | Data 2 | AD2 | Data 2 |
| 8 | Data 3 | Data 3 | Data 3 | AD3 | Data 3 |
| 9 | Data 4 | Data 4 | Data 4 | AD4 | Data 4 |
| 10 | Data 5 | Data 5 | Data 5 | AD5 | Data 5 |
| 11 | Data 6 | Data 6 | Data 6 | AD6 | Data 6 |
| 12 | Data 7 | Data 7 | Data 7 | AD7 | Data 7 |
| 13 | Data 8 | Data 8 | Data 8 | AD8 | Data 8 |
| 14 | nInit | nInit | nInit | nInit | nReverseRequest |
| 15 | nStrobe | HostClk | HostClk | nWrite | HostClk |
| 16 | nSelectIn | 1284 Active | 1284 Active | nAStrb | 1284 Active |
| 17 | nAutoFd | HostBusy | HostBusy | nDStrb | HostAck |
| 18 | Alimentarea logicii calculatorului gazdă | | | | |
| 19 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 1 (Busy) | | | | |
| 20 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 2 (Select) | | | | |
| 21 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 3 (nAck) | | | | |
| 22 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 4 (nFault) | | | | |

| *Pin* | *Modul de compatibilitate* | *Modul pe tetrade* | *Modul pe octeți* | *Modul EPP* | *Modul ECP* |
|---|---|---|---|---|---|
| 23 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 5 (PError) | | | | |
| 24 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 6 (Data 1) | | | | |
| 25 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 7 (Data 2) | | | | |
| 26 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 8 (Data 3) | | | | |
| 27 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 9 (Data 4) | | | | |
| 28 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 10 (Data 5) | | | | |
| 29 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 11 (Data 6) | | | | |
| 30 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 12 (Data 7) | | | | |
| 31 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 13 (Data 8) | | | | |
| 32 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 14 (nInit) | | | | |
| 33 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 15 (nStrobe) | | | | |
| 34 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 16 (nSelectIn) | | | | |
| 35 | Semnalul de masă de retur pentru pinul 17 (nAutoFd) | | | | |
| 36 | Alimentarea logicii echipamentului periferic | | | | |

## Adaptoarele

Cablul standard de imprimantă pentru PC-uri este un cablu adaptor. Acest cablu are rolul de a reorienta semnalele conectorului A pentru a corespunde schemei conectorului B. Acest tip de cablu a fost necesar chiar de la introducerea pe piață a primelor calculatoare personale, pentru a face imprimanta să lucreze. În timp, cablurile adaptoare au devenit din ce în ce mai numeroase și mai ieftine.

Pentru a reduce costurile, mulți producători de cabluri adaptoare grupează împreună toate semnalele de masă într-o singură linie comună, astfel încât în cablul de conectare sunt necesare doar 18 fire conductoare în loc de 25. Acest mod de abordare este folosit de adaptoarele ieftine, *care nu respectă standardul IEEE 1284*.

Un cablu de imprimantă modern ar trebui să conțină 25 de conexiuni și să aibă semnalele de masă divizate pe pini separați. *Un cablu de imprimantă IEEE 1284 adevărat* este echipat cu un conector A la un capăt și cu un conector B la celălalt capăt și are realizate toate conexiunile aferente între acestea.

O dată cu apariția pe piață a noilor echipamente periferice având conectoare de tip 1284-C, trebuie găsită și modalitatea de cuplare a acestora la calculatoarele personale. Pentru a vă atașa PC-ul la o imprimantă sau la un alt dispozitiv cu ajutorul unui conector C, veți avea nevoie de un cablu adaptor care să convertească schema conectorului A la modelul conectorului C. Pe de altă parte, dacă PC-ul sau cablul adaptor folosit de dumneavoastră utilizează conectorul C și aveți de gând să folosiți o imprimantă mai veche, vă trebuie un alt tip de adaptor, care convertește schema de semnale a conectorului C în cea a conectorului B.

## Cablul

Natura semnalelor portului paralel reprezintă cel mai periculos inamic pentru aceste semnale. Semnalele interacționează între ele și cu celelalte fire din cablu, în detrimentul tuturor. Tranzițiile bine conturate ale semnalelor digitale se degradează. Cu cât este mai mare lungimea cablului, cu atât semnalele care îl parcurg suferă o degradare mai mare. Din acest motiv, lungimea maximă recomandată a unui cablu de imprimantă este de aproximativ 3 metri (10 picioare). Nu toate cablurile cu o lungime mai mare vor determina o funcționare defectuoasă – experiența practică a dovedit deseori contrariul – însă, în unele situații, anumite cabluri devin nesigure când sunt întinse pe distanțe mai mari.

Lipsa unui standard de semnalizare adecvat înainte de apariția lui IEEE 1284 a făcut ca lucrurile să meargă și mai prost. Producătorii nu aveau nici un fel de indicații și recomandări pentru timpii de întârziere sau de tranziție, astfel că aceste valori au variat pentru diferitele tipuri de PC-uri, imprimante și echipamente periferice. Cu toate că diferențele dintre semnale erau suficient de mici pentru a permite utilizarea unui cablu scurt, funcționarea putea fi compromisă în cazul unor fire mai lungi. Astfel, o imprimantă putea citi eronat semnalele primite de la un PC, tipărind caractere greșite sau neefectuând nici o operație.

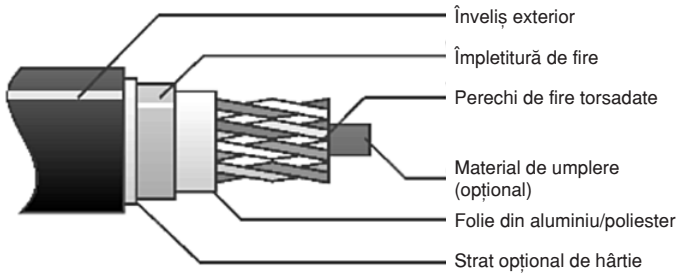
Cablurile de imprimantă obișnuite diferă foarte mult între ele. Așa cum am menționat și în secțiunea referitoare la adaptoare, producătorii au economisit cât au putut de mult materialele pentru a produce cabluri adaptoare cu prețuri cât mai mici. În definitiv, cablurile sunt mărfuri și piața este foarte competitivă. Când plătiți mai puțin de 10 dolari pentru un cablu de imprimantă care nu este fabricat de un producător cunoscut, nu puteți fi niciodată sigur de caracteristicile sale electrice.

Din acest motiv, nu se recomandă să conectați imprimanta la PC printr-un cablu de extensie mai lung de 10 picioare (3 metri). Pentru distanțele mai lungi, trebuie să adoptați alte strategii – fie optați pentru alt tip de conexiune (serială sau prin rețea), fie achiziționați un sistem de extensie pentru imprimantă, care modifică semnalele și asigură un mediu de lucru prin cablu controlat.

Lungimea optimă depinde de cablu, de imprimantă și de PC. Calculatoarele și imprimantele diferă în funcție de sensibilitatea la anomaliile porturilor paralele, cum ar fi zgomotul, diafonia și deformarea digitală a semnalelor. Unele combinații de PC-uri și imprimante vor lucra și cu conexiuni paralele mai lungi, de până la 50 de picioare (puțin peste 15 metri). Altele vor funcționa defectuos dacă lungiți conexiunea peste limita maximă recomandată, de 10 picioare (aproximativ 3 metri).

Modurile de operare de viteză mare permise de porturile paralele moderne le fac și mai pretențioase. Când portul paralel operează în modul EPP sau ECP, calitatea cablului devine o problemă esențială, chiar și pentru distanțe scurte. Viteza de semnalizare prin una dintre aceste interfețe poate ajunge în gama megahertzilor. În cazul cablurilor de imprimantă dubios de ieftine, frecvențele depășesc mult limitele acceptabile de lucru, chiar și pe distanțe scurte. Pentru a răspunde acestei probleme, specificația IEEE 1284 conține și o schemă de funcționare a unui cablu special, pentru operații de viteză mare. În Figura 21.12 este prezentată o imagine de principiu a structurii acestui tip special de cablu de date paralel.

**FIGURA 21.12**
*Elementele constitutive ale cablului IEEE 1284.*




Spre deosebire de cablarea paralelă standard, liniile de date din cablurile IEEE 1284 trebuie să fie dublu ecranate pentru a preveni modificarea semnalelor prin interferență. Fiecare fir de semnal trebuie răsucit împreună cu firul de masă de retur corespondent. Chiar dacă unele conectoare standard nu conțin pini separați pentru fiecare dintre aceste semnale de masă, firele legate la masă trebuie să fie prezente și să aibă lungimea corespunzătoare cablului respectiv.

Diferența dintre vechile cabluri „de imprimantă" și cele conforme cu standardul IEEE 1284 este substanțială. Cu toate că puteți conecta la calculator o imprimantă și cu un cablu de imprimantă, și cu un cablu IEEE 1284, dispozitivele care exploatează potențialele de mare viteză ale modelelor EPP sau ECP s-ar putea să nu opereze corespunzător cu un cablu neconform standardului IEEE 1284. Aproape întotdeauna când o imprimantă nu lucrează corect, cablul este cel vinovat. Înlocuindu-l cu un cablu conform standardului IEEE 1284, problemele vor dispărea.

## Modul de funcționare electric

În fiecare dintre cele cinci moduri, portul paralel IEEE 1284 operează ca și cum ar fi un tip complet diferit de aparat electronic. În modul de compatibilitate, portul IEEE 1284 operează aproape la fel ca un port simplu de imprimantă, folosit de modelele mai vechi de PC-uri. Acest mod de lucru permite datelor să circule numai într-o singură direcție, de la PC la imprimantă. Modul pe tetrade oferă imprimantei (sau echipamentului periferic legat la port) o „voce" (adică posibilitatea de a răspunde) și îi permite să converseze cu calculatorul. În modul pe tetrade, datele pot fi transferate în oricare dintre cele două direcții, însă asimetric. Informația circulă mai repede de la calculator către imprimantă decât în sens invers. Modul pe octeți realizează transferul complet simetric.

O dată cu trecerea la modul EPP, portul paralel a devenit o adevărată magistrală de extensie. O metodă nouă de conectare la magistrala PC-ului dumneavoastră a oferit acestei interfețe o viteză mult îmbunătățită în ambele sensuri. Există multe sisteme care pot lucra cu porturile paralele în modul EPP cu viteze de zece ori mai mari decât în modurile de compatibilitate, pe tetrade sau pe octeți. Modul ECP reprezintă ultima etapă în evoluția portului paralel, care oferă nu numai o viteză mare, ci și un control îmbunătățit. Modul ECP poate efectua aproape orice operație caracteristică unei alte interfețe de extensie (inclusiv SCSI).

Datorită acestor diferențe semnificative, cea mai bună metodă de a cunoaște portul paralel este de a analiza separat fiecare mod de operare, ca și cum ar fi o interfață independentă. Prezentarea va decurge de la simplu la complex, ceea ce va presupune, implicit, și o scurtă istorie a portului paralel.

Rețineți că standardul IEEE 1284 se referă numai la semnalele transmise prin conexiunile interfeței paralele. Acest standard stabilește relația dintre semnale și sincronizare. El nu ia în considerare datele care sunt transferate și protocoalele de comandă incluse în date, nici sistemul de control care produce semnalele. Cu alte cuvinte, standardul IEEE 1284 oferă un mediu în care operează alte standarde (cum ar fi EPP și ECP). Deci modurile de operare ECP și EPP nu reprezintă standardele ECP și EPP, cu toate că au fost destinate utilizării de către porturile paralele care operează conform standardelor respective.

## Modul de compatibilitate

Elementul comun al diferitelor tipuri de porturi paralele este modelul clasic introdus de firma IBM în primul PC. Acest model a fost conceput strict ca o interfață pentru transferul de informații într-o singură direcție. PC-ul dumneavoastră trimite date către imprimantă, dar nu așteaptă nici un răspuns de la aceasta. În definitiv, o imprimantă nici nu stochează, nici nu creează informații.

Conceptual vorbind, acest port se aseamănă cu o bandă transportoare care descarcă minereu de pe un cargobot sau scoate cărbunele din mină. Materialul brut circulă într-o singură direcție. Transportorul descarcă mereu materiale, punându-le unele peste altele într-un morman din ce în ce mai înalt, până când operatorul se trezește și îl dezactivează înainte ca grămada să îl acopere cu totul.

Dacă imprimanta dumneavoastră nu ar avea limită de viteză sau ar avea un buffer intern nelimitat, o astfel de schemă unidirecțională ar putea funcționa fără nici o problemă. Însă, la fel ca depozitul de cărbune, imprimanta are o capacitate limitată și nu este capabilă să primească datele la viteza cu care lucrează interfața. Imprimanta are nevoie de o metodă de transmitere către PC a unui semnal prin care să îl avertizeze în cazul unor potențiale supraîncărcări cu date. În termeni electronici, interfața are nevoie de un gen de reacție (feedback) – trebuie să primească de la imprimantă informații pe care PC-ul dumneavoastră le poate folosi pentru a controla fluxul de date.

Pentru a oferi reacția necesară pentru controlul fluxului de date, atât în modelul original de port Centronics, cât și în adaptarea acestuia realizată de firma IBM, sunt prevăzute câteva semnale de control. Acestea au fost proiectate în scopul de a permite PC-ului să monitorizeze modul de lucru al imprimantei – dacă datele sunt recepționate corect, dacă imprimanta are suficientă hârtie sau bandă cu tuș și chiar dacă imprimanta este pornită. PC-ul dumneavoastră poate folosi aceste informații pentru a controla fluxul de date sau pentru a vă trimite un mesaj de avertizare asupra unui aspect necorespunzător în funcționarea imprimantei. În plus, portul paralel original includea semnale de control

transmise de la PC la imprimantă, prin care echipamentul periferic era anunțat *când* dorea calculatorul să transfere date și prin care se putea cere imprimantei să efectueze o resetare. Standardul IEEE 1284 a plasat toate aceste funcții în modul de compatibilitate.

Dacă facem o analiză mai exactă, observăm că nici acest port paralel de bază nu era cu adevărat o conexiune unidirecțională, cu toate că semnalele sale de răspuns au fost proiectate strict pentru monitorizarea fluxului de date. În prima jumătate a existenței sale, portul paralel a respectat această schemă. Până la adoptarea standardului IEEE1284, acesta a fost modul de proiectare a portului imprimantei și, aproape la fel de probabil, al porturilor PC-ului.

Fiecare semnal transmis prin portul paralel în modul de compatibilitate are o funcție proprie. Aceste semnale includ 8 linii de date și câte o linie Strobe, Acknowledge, Select, Paper empty, Fault, Initialize printer, Select input și Auto feed XT.

**Liniile de date**

Cele opt *linii de date* ale interfeței paralele transferă datele în toate modurile de operare. În modul de compatibilitate, ele transportă datele de la calculatorul gazdă la echipamentul periferic prin intermediul pinilor de la 2 la 9 din conector. Pentru codul digital, pinii cu numere mai mari sunt cei mai semnificativi. Pentru a trimite date la un echipament periferic, calculatorul gazdă plasează pe liniile de date o combinație de tensiuni digitale.

**Linia Strobe**

Prezența semnalelor pe liniile de date nu înseamnă automat și transferul informațiilor de la calculatorul gazdă la echipamentul periferic. Înainte ca PC-ul dumneavoastră să trimită datele corespunzătoare, el poate modifica modelul de biți de date. Nu există componente hardware care să garanteze că toate cele opt linii vor ajunge simultan la valorile corecte. Mai mult decât atât, fără instrucțiuni prealabile, imprimanta nu are de unde să știe dacă liniile de date reprezintă un singur caracter sau repetiții ale aceluiași caracter.

Pentru a asigura comunicații sigure, sistemul are nevoie de un mijloc prin care să anunțe echipamentul periferic că modelul de pe liniile de date reprezintă informații valide, care sunt pregătite pentru transfer. *Linia Strobe (Strob)* oferă exact această metodă. PC-ul dumneavoastră activează linia Strobe pentru a comunica imprimantei că modelul din biți de pe liniile de date reprezintă un singur caracter valid, pe care imprimanta ar trebui să îl citească și să îl accepte. Linia Strobe este activată numai după ce s-au stabilizat semnalele pe liniile de date. Cele mai multe porturi paralele întârzie semnalul Strobe cu aproximativ o jumătate de microsecundă pentru a se asigura că semnalele de date au fost plasate pe liniile respective. Semnalul Strobe durează el însuși cel puțin o jumătate de microsecundă, astfel ca imprimanta să îl poată recunoaște. (Semnalul Strobe poate dura până la 500 microsecunde). Semnalele de pe liniile de date trebuie să aibă o valoare constantă în această perioadă și puțin după, pentru ca imprimanta să aibă timp să le citească.

Semnalul Strobe lucrează în logică negativă. Aceasta înseamnă că pe linia Strobe este menținută o tensiune pozitivă (+5V curent continuu) până când se dorește trimiterea semnalului Strobe. PC-ul dumneavoastră anulează apoi tensiunea pozitivă și o menține la o valoare apropiată de zero pe toată durata impulsului de strob. În specificația IEEE 1284, acest semnal poartă numele *nStrobe*.

**Linia Busy**

Transmiterea datelor către imprimantă este practic un ciclu continuu de configurare a liniilor de date, de trimitere a semnalului Strobe și de plasare a noilor valori pe liniile de date. În mod normal, schema portului paralel are nevoie de aproximativ două

microsecunde pentru fiecare ciclu de acest tip, permițând unui port paralel ideal să trimită nefericitei imprimante aproape o jumătate de milion de caractere în fiecare secundă. (Așa cum veți vedea, capacitatea maximă reală de transfer a unui port paralel are o valoare mult mai mică).

În cazul anumitor imprimante, lucrul la această rată de date are aceleași șanse ca și încercarea de a prinde cu mâinile goale o rafală de gloanțe trase cu o mitralieră. Înainte ca imprimanta să poată accepta al doilea caracter, circuitele sale trebuie să facă ceva cu primul caracter recepționat. În mod obișnuit, operația necesară este mutarea caracterului respectiv în bufferul intern al imprimantei. Cu toate că mutarea caracterului are loc la viteză electronică, transferul nu se petrece instantaneu. Imprimanta trebuie să fie capabilă să comunice PC-ului dumneavoastră să aștepte până când se termină prelucrarea caracterului curent înainte să transmită următorul caracter.

*Linia Busy (Ocupat)* a portului paralel oferă imprimantei clipa de răgaz necesară. Imprimanta activează semnalul Busy imediat ce detectează semnalul Strobe și păstrează semnalul activ până când este pregătită să accepte caracterul următor. Semnalul Busy poate dura o fracțiune de secundă (poate chiar o microsecundă) sau poate fi menținut de imprimantă o perioadă nedefinită, timp în care așteaptă de la dumneavoastră corectarea unei erori. Indiferent cât timp este activ, semnalul Busy oprește PC-ul dumneavoastră să trimită date suplimentare prin portul paralel. Această schemă funcționează la fel ca sistemul de bază pentru controlul fluxului.

**Linia Acknowledge**

Partea finală a sistemului de control al fluxului din portul paralel o reprezintă *linia Acknowledge (Confirmare)*. Acest semnal transmite PC-ului că totul a decurs normal în operația de tipărire a caracterului sau în operația de transfer în bufferul intern. De fapt, acest semnal este opusul semnalului Busy, deoarece înștiințează calculatorul că imprimanta este gata de un alt transfer. Când pe linia Busy se strigă „Mai stai puțin!“, pe linia Acknowledge se aude „Gata de lucru!“. Semnalul Acknowledge este opus și din alt punct de vedere: lucrează în logică negativă, în timp ce semnalul Busy folosește logica pozitivă. În specificația IEEE 1284 acest semnal este denumit *nAck*.

Când imprimanta trimite pe linie semnalul Acknowledge, înseamnă că a încheiat ciclul de transmitere a unui caracter. În mod obișnuit, semnalul Acknowledge durează până la opt microsecunde, astfel că ciclul de transfer al unui singur caracter printr-un port paralel convențional ajunge la zece microsecunde. (Standardul IEEE 1284 specifică o durată a semnalului nAck între 0,5 și 10 microsecunde). Dacă luați în calcul o durată medie obișnuită a acestui semnal pentru un port paralel convențional, viteza maximă a portului este în jur de 100.000 de caractere pe secundă.

**Select**

În afară de operația de transfer al datelor către imprimantă, portul paralel de bază permite imprimantei să returneze semnale calculatorului, astfel încât acesta să poată monitoriza operațiile efectuate de imprimantă. Modelul original IBM de interfață paralelă includea trei astfel de semnale, care comunică PC-ului când imprimanta este pregătită de lucru, dispusă și capabilă să efectueze operațiile respective. De fapt, aceste semnale dau calculatorului posibilitatea să determine de la distanță starea imprimantei.

Cel mai important semnal este *Select (Selectare)*. Activarea acestui semnal indică PC-ului faptul că imprimanta este on-line. Aceasta înseamnă că imprimanta este pornită și se găsește în modul on-line, gata să recepționeze date de la calculator. De fapt, este un

indicator de la distanță al stării ledului on-line de pe panoul de control al imprimantei. Dacă acest semnal nu este prezent, PC-ul presupune că la portul paralel nu este conectat nici un aparat și nu mai ia în seamă celelalte semnale prezente pe interfață.

Deoarece starea de repaus a unei linii a portului paralel este dată de absența tensiunii (caz care ar putea apărea și în situația în care la port nu este conectat nici un echipament care să asigure tensiunea), semnalul Select este folosit în logică pozitivă, fiind un impuls de +5V (curent continuu), care în *modul de compatibilitate* din specificația IEEE 1284 rămâne activ întreaga perioadă în care imprimanta este on-line.

**Paper Empty**

Pentru a tipări ceva, imprimanta are nevoie de hârtie, iar problema cea mai obișnuită care o împiedică să-și facă treaba este terminarea teancului de hârtie. Semnalul *Paper Empty (Terminat hârtia)* avertizează calculatorul când apare această situație la imprimantă. În specificația IEEE 1284, acest semnal este denumit *PError*, prescurtare de la „paper error“ (eroare de hârtie), cu toate că are exact aceeași funcție.

Paper Empty este un semnal informativ. Nu este necesar pentru controlul fluxului de date, semnalul Busy fiind mai mult decât suficient pentru aceasta. Cele mai multe imprimante activează semnalul Busy pe toată perioada în care nu sunt alimentate cu hârtie. Semnalul Paper Empty comunică PC-ului dumneavoastră motivul specific pentru care imprimanta a oprit fluxul de date. Acest semnal permite sistemului de operare sau aplicației cu care lucrați să afișeze pe monitorul calculatorului un mesaj de avertizare, în care vi se cere să alimentați imprimanta cu hârtie.

**Fault**

Al treilea semnal de stare transmis de la imprimantă la PC este *Fault (Eroare)*, un semnal general de avertizare pentru orice altă problemă care poate apărea la imprimantă – terminarea rezervei de cerneală, blocaje de hârtie, supraîncălzire, conflicte și alte defecțiuni similare. În timpul operării normale, semnalul Fault este un semnal pozitiv. Când apare o problemă pe care trebuie să o indice, valoarea sa scade sau devine nulă. În același timp, imprimanta poate activa și alte semnale pentru a opri fluxul de date, inclusiv Busy și Select. Nu strică niciodată să iei măsuri suplimentare de prevedere. Deoarece acest semnal este folosit în logică negativă, a fost denumit în specificația IEEE *nFault*.

**Initialize Printer**

Pe lângă cele trei semnale pe care le utilizează imprimanta pentru a avertiza calculatorul asupra stării în care se găsește, portul paralel de bază oferă alte trei semnale de control pe care PC-ul le poate folosi pentru a comanda imprimanta fără a adăuga nimic în fluxul de date. Fiecare dintre aceste trei semnale are propria sa conexiune hardware și un scop bine determinat. Primul semnal are funcția de inițializare a imprimantei, al doilea de comutare a imprimantei în modul de lucru on-line în cazul în care aceasta permite modificarea stării prin comenzi de la distanță, iar al treilea semnal are rolul de a cere imprimantei să facă un salt la o linie nouă.

Semnalul *Initialize Printer (Inițializare imprimantă)* ajută calculatorul și imprimanta să se sincronizeze. PC-ul poate expedia la imprimantă o mulțime de comenzi diferite, în scopul modificării modului de operare, a fontului folosit, a densității de tipărire și așa mai departe. Fiecare dintre aplicațiile care utilizează în comun imprimanta ar putea să trimită către aceasta propriul set de comenzi. Multe aplicații se comportă ca niște prieteni mai neglijenți care vin în vizită și uită să pună lucrurile la loc. Programele pot lăsa imprimanta în anumite stări de lucru mai speciale, cum ar fi o stare în care imprimanta este configurată pentru a tipări caracterele subliniate și îngroșate, cu corpuri

de literă de 5 puncte și jumătate (agate). Următorul program pe care îl rulați poate folosi imprimanta luând în calcul alte condiții inițiale și va tipări fără nici o grijă cecurile de plată a salariilor cu caractere ilizibile.

Semnalul Initialize Printer comunică imprimantei să revină la starea inițială. În această situație, imprimanta se comportă previzibil, la fel ca un PC care execută operația de reinițializare. Când calculatorul trimite către imprimantă comanda Initialize Printer, practic îi cere acesteia să execute o reinițializare și să încarce parametrii de operare prestabiliți, cu configurația de pornire pentru fonturi, densități, tipuri de caractere și aspect. Comanda are același efect ca și când ați opri imprimanta și ați porni-o din nou și ține astfel locul unui „braț" al PC-ului controlat de la distanță, care execută acțiunile respective în locul dumneavoastră.

În timpul unei operații normale, calculatorul plasează pe linia Initialize Printer o tensiune constantă. Anularea acestei tensiuni reprezintă pentru imprimantă comanda de resetare. În specificația IEEE 1284, acest semnal, care lucrează în logică negativă, este denumit *nInit*.

**Select Input**

Semnalul care permite PC-ului dumneavoastră să comute imprimanta între stările on-line și off-line poartă numele *Select Input (Selectare intrare)*. În specificația IEEE 1284 este denumit *nSelectIn*. Este un semnal activ, care forțează pornirea imprimantei (trecerea în starea on-line) în cazul în care are valoare mică sau zero. Comutarea acestui semnal la o valoare mare deselectează imprimanta.

Nu toate imprimantele ascultă această comandă. Unele dintre ele nu au capacitatea de a comuta singure între stările on-line și off-line. Altele au funcții de configurare (cum ar fi un comutator DIP) care vă permit să anulați acțiunea acestui semnal.

**Auto Feed XT**

În perioada în care firma IBM a impus propriul sistem de tipărire restului lumii, diferitele imprimante deja existente au interpretat cunoscutul caracter Carriage Return în două moduri. Unele imprimante l-au preluat pur și simplu literal. Caracterul Carriage Return însemna mutarea capului de tipărire înapoi la poziția de start, în partea din stânga a platanului. Alte imprimante l-au tratat la fel ca mașinile de scris. Mutarea capului de tipărire în partea stângă indica și începutul unei linii noi, astfel că aceste imprimante avansau și hârtia cu o linie când primeau comanda Carriage Return. Fiind la momentul respectiv unul dintre liderii pieței de mașini de scris, IBM a optat pentru a doua variantă.

Totuși, pentru a oferi producătorilor de imprimante și o oarecare flexibilitate, modelul de port paralel IBM a inclus semnalul *Auto Feed XT (Salt automat)*, care dădea PC-ului posibilitatea de a selecta modul de interpretare a comenzilor Carriage Return de către imprimantă. În specificația IEEE 1284, acest semnal este denumit *nAutoFd*. Prin menținerea semnalului la valori scăzute sau la valoarea zero, PC-ul cere imprimantei să acționeze în modul IBM (mașină de scris), făcând un salt de un rând la fiecare caracter Carriage Return primit. Prin trecerea semnalului la o valoare mare, calculatorul cere imprimantei să interpreteze caracterul Carriage Return literal și să se limiteze doar la mutarea capului de tipărire. În ciuda disponibilității acestui semnal, cea mai mare parte dintre primele imprimante pentru PC-uri l-au ignorat și au tratat caracterele Carriage Return în modul stabilit prin parametrii de configurare.

## Modul pe tetrade

Primele porturi paralele foloseau pentru liniile de date circuite unidirecționale. Nimeni nu a prevăzut necesitatea ca PC-ul să primească date de la imprimantă, astfel că nici nu s-a pus problema adăugării de buffere bidirecționale, care ar fi dus la scumpirea sau complicarea portului paralel simplu. Această tradiție, a modelului și a modului de operare unidirecțional, a fost continuată până în zilele noastre de cele mai ieftine porturi paralele.

Însă fiecare port paralel trebuia să aibă cinci semnale care să circule de la imprimantă la PC. Acestea sunt (așa cum sunt denumite în Specificația IEEE 1284) nAck, Busy, PError, Select și nFault. Dacă ați putea suspenda temporar modul normal de operare al acestor semnale, ați putea folosi patru dintre ele pentru a transmite date în sens invers, de la imprimantă la PC. Desigur, în acest caz informația ar circula cu jumătate din viteza normală, adică patru biți simultan.

Această metodă de transfer al datelor constituie principiul de bază al *modului pe tetrade*, denumit astfel deoarece în limbajul calculatoarelor o jumătate de octet (sau, mai clar, patru biți) este numită tetradă (niblu). Utilizând modul pe tetrade, orice port paralel poate opera bidirecțional – cu viteză normală de la calculator la imprimantă, însă cu doar jumătate din viteză în sens invers.

În modul pe tetrade, cerința principală este ca PC-ul să preia explicit comanda și controlul asupra modului de operare al portului paralel. Portul propriu-zis nu face decât să monitorizeze toate datele și semnalele și să retransmită datele către calculator. PC-ul determină dacă este cazul să trateze semnalele de stare ale imprimantei ca date care circulă în sens invers. Desigur, acest sistem impune ca și dispozitivul periferic situat la celălalt capăt al legăturii portului paralel – imprimanta sau orice alt echipament – să cunoască faptul că este comutat în modul pe tetrade și să înțeleagă ce semnale să plaseze, pe ce linii și când. Specificația IEEE 1284 definește un protocol special pentru comutarea în modul pe tetrade și modul de tratare a semnalelor în acest mod de către PC și echipamentele periferice.

Procesul este complex și presupune mai multe etape. În primul rând, calculatorul trebuie să determine dacă echipamentul periferic conectat la el recunoaște standardul IEEE. În cazul unui răspuns negativ, acest standard nu poate fi folosit. Produsele realizate înainte de adoptarea specificației IEEE 1284 se bazau pe faptul că driverul software care controla portul paralel corespundea dispozitivului periferic conectat la portul paralel. Deoarece între cele două elemente era asigurată deja corespondența, ele știau tot ce era nevoie unul despre celălalt, fără nici un fel de negociere. Perechea putea opera fără a înțelege procesul de negociere și nici chiar specificația IEEE 1284. Însă prin aplicarea specificației, PC-ului și echipamentului periferic li se permite să realizeze corespondența fără să fie necesară intervenția dumneavoastră.

După ce PC-ul și echipamentul periferic decid că pot folosi modul pe tetrade, PC-ul transmite echipamentului periferic comanda de comutare în modul respectiv. Înainte de adoptarea standardului IEEE 1284, protocolul era proprietatea echipamentului periferic conectat la portul paralel. Standardul pune la dispoziție tuturor dispozitivelor metode comune pentru a controla operația de comutare.

După ce PC-ul și echipamentul periferic conectat la portul paralel au comutat în modul pe tetrade, semnalele de pe interfață capătă funcții noi. Mai mult decât atât, chiar modul pe tetrade include două faze (sau moduri) de operare, iar semnalele de pe liniile portului paralel se comportă diferit în fiecare fază. Aceste faze au fost denumite faza de așteptare

a operării inverse (reverse idle phase) și faza de transfer al datelor în sens invers (reverse data transfer phase).

În *faza de așteptare a operării inverse*, semnalul PtrClk (nAck în modul de compatibilitate) operează ca un semnal de avertizare de la echipamentul periferic conectat la portul paralel. Activarea acestui semnal solicită portului paralel lansarea unei cereri de întrerupere în interiorul PC-ului, prin care să anunțe că echipamentul periferic are date disponibile pentru transfer. PC-ul confirmă că este nevoie de date și cere transferul acestora prin comutarea semnalului HostBusy (nAutoFd în modul de compatibilitate) la o valoare scăzută sau zero. În urma acestei operații, sistemul este comutat în *faza de transfer al datelor în sens invers*. După terminarea transferului unui octet complet de date, calculatorul comută din nou semnalul HostBusy. Când echipamentul periferic are din nou pregătite date pentru transfer și PC-ul coboară semnalul Host Busy la o valoare scăzută, începe un alt transfer. În cazul în care calculatorul scade valoarea semnalului amintit înainte ca echipamentul periferic să aibă date disponibile pentru transfer, se trece din nou prin faza de așteptare a operării inverse.

În timpul fazei de transfer al datelor în sens invers, informațiile sunt codificate pe durata a două transferuri, după algoritmul prezentat în Tabelul 21.14. Ca urmare, fiecare ciclu de transfer presupune două semicicluri în care sunt transferați câte patru biți. În primul semiciclu, echipamentul periferic transferă cei mai puțin semnificativi patru biți, și apoi biții cei mai semnificativi.

**Tabelul 21.14** Definițiile biților de date în modul pe tetrade

| *Semnal* | *Conținutul primului semiciclu* | *Conținutul celui de-al doilea semiciclu* |
|---|---|---|
| nFault | Bitul cel mai puțin semnificativ | Bitul de date 5 |
| Xflag | Bitul de date 2 | Bitul de date 6 |
| AckDataReq | Bitul de date 3 | Bitul de date 7 |
| PtrBusy | Bitul de date 4 | Bitul cel mai semnificativ |

Deoarece transferul unui octet de la echipamentul periferic la calculator presupune două transferuri de câte patru biți, fiecare transfer având durata necesară pentru transferul unui octet de la PC la echipamentul periferic, transferurile inverse în modul pe tetrade operează la jumătate din viteza maximă posibilă. Singurul avantaj al acestui mod de lucru este compatibilitatea universală. Chiar și înainte de apariția specificației IEEE 1284, modul pe tetrade permitea oricărui port paralel să opereze bidirecțional. Însă din cauza vitezei reduse la transferul invers, dacă aveți un echipament periferic și un port paralel care vă permit alegerea modului de operare pentru transferuri bidirecționale, modul pe tetrade trebuie să fie ultima dumneavoastră opțiune.

## Modul pe octeți

Spre deosebire de modul pe tetrade, modul pe octeți are nevoie de componente hardware speciale. Schema de bază pentru circuitele care operează în modul pe octeți a apărut când firma IBM a dezvoltat linia de calculatoare PS/2 și a produs Data Migration Facility. Prin încorporarea de buffere bidirecționale în toate cele opt linii de date ale portului paralel, firma IBM a permis și transmisia și recepția de informații la ambele capete ale conexiunii. În afară de adăugarea acestor buffere, noua schemă nu a mai presupus nici o altă modificare, nici la semnale, nici la semnificațiile pinilor conectorului și nici referitor la modul de operare al portului, luat în ansamblu. Înainte de apariția

standardului IEEE, aceste porturi erau cunoscute ca porturi paralele PS/2 sau porturi paralele bidirecționale.

Desigur, specificația IEEE 1284 a făcut mai mult decât să acorde un statut oficial de standard de domeniu modelului de port IBM. Standardul redefinește semnalele bidirecționale și adaugă un protocol universal de negociere a transferurilor bidirecționale.

Ca și în modul pe tetrade, un echipament periferic aflat în modul pe octeți folosește semnalul PtrClk pentru a declanșa o întrerupere în calculatorul gazdă, anunțând astfel că are date disponibile pentru transfer. Când PC-ul tratează întreruperea, verifică semnalul de port nDataAvail, un semnal care folosește logica negativă pentru a indica faptul că un octet este disponibil pentru transfer. Calculatorul poate dezactiva semnalul HostBusy pentru a declanșa transferul cu ajutorul semnalului HostClk (nStrobe), care are rolul de citire a datelor. După aceasta, PC-ul activează din nou semnalul HostBusy (prin creșterea valorii acestuia) pentru a indica reușita transferului unui octet de date. Ciclul poate fi repetat pentru toți octeții care trebuie transmiși.

Deoarece modul pe octeți este complet simetric, transferurile au loc la aceeași viteză, indiferent de direcție. Limita de viteză este dată de performanța componentelor hardware ale portului, de viteza cu care calculatorul gazdă tratează informațiile suplimentare sosite la nivelul portului și de lungimea ciclurilor de sincronizare stabilită în specificația IEEE 1284. Teoretic, schema ar trebui să transfere un octet în cel mult patru microsecunde, însă sistemele reale ajung aproape la aceleași performanțe ca și porturile paralele convenționale, adică 100.000 de octeți pe secundă.

## Modul Enhanced Parallel Port (EPP)

Când a fost introdus pe piață modelul Enhanced Parallel Port (port paralel îmbunătățit), principalul avantaj al acestuia era performanța mult îmbunătățită, datorită unei scheme care a crescut viteza la care PC-ul putea împacheta date în interiorul portului. Modelul EPP a modificat structura hardware a portului, astfel că, în loc să folosească regiștri de dimensiunea unui octet pentru transmiterea datelor prin port, calculatorul putea expedia un cuvânt format din 32 de biți de date direct de pe magistrală în port. După aceasta, portul trebuia să se ocupe de toate operațiile de conversie necesare pentru a reîmpacheta datele în vederea transferurilor pe patru octeți. Reducerea cantității de informații auxiliare ale PC-ului și schema hardware mult mai eficientă au permis o îmbunătățire de zece ori a performanței în sistemele reale. Această creștere de viteză a determinat necesitatea stringentă de adoptare a unor specificații pentru cablurile de imprimantă. Specificația IEEE 1284 nu include detalii tehnice referitoare la legarea portului paralel la PC, astfel încât nu poate garanta că un port aflat în modul EPP va beneficia de această îmbunătățire de viteză. Mai mult decât atât, specificațiile pentru cablu din standardul IEEE 1284 nu sunt la fel de stricte ca mai vechile specificații EPP.

Modul de operare EPP prezentat de specificația IEEE 1284 folosește doar șase semnale în plus față de cele opt linii de date pentru a controla transferurile de date. Alte trei conexiuni din interfață sunt rezervate pentru anumiți producători individuali și nu sunt definite în standard.

Într-un ciclu de lucru al unei interfețe în modul EPP poate fi efectuată una dintre următoarele patru operații: scrierea unei adrese, citirea unei adrese, scrierea unor date sau citirea unor date. Adresa corespunde unui registru al echipamentului periferic. Operațiile cu date se referă la adresa respectivă. După un singur semnal de adresă pot urma mai mulți octeți de date, realizându-se astfel o formă a modului în rafale (burst mode).

**nWrite**
Printr-o conexiune EPP, datele pot circula în ambele direcții. Valoarea semnalului *nWrite* ne arată sensul de deplasare a datelor: dacă informațiile de pe liniile de date sunt trimise de la PC-ul dumneavoastră la echipamentul periferic sau de la echipamentul periferic la PC. Când semnalul nWrite este stabilit la o valoare scăzută, indică faptul că datele sunt destinate echipamentului periferic. Când semnalul are valoare mare, indică faptul că datele sunt transmise de la echipamentul periferic spre PC.

**nDStrobe**
Ca și în cazul altor transferuri prin portul paralel, sistemul dumneavoastră are nevoie de un semnal care să indice momentul în care biții de pe liniile de date sunt valizi și corecți. În operațiile cu date, modul EPP folosește pentru această funcție un semnal în logică negativă, denumit *nDStrobe*. Deși acest semnal are aceeași funcție ca și semnalul Strobe al unui port paralel standard, a fost mutat pe un pin diferit, folosit în modul de compatibilitate de semnalul nAutoFd.

**nAStrobe**
Sistemul EPP folosește semnalul nAStrobe pentru a identifica o adresă validă pe magistrala interfeței. Acest semnal folosește aceeași conexiune ca semnalul nSelectIn în modul de compatibilitate.

**nWait**
Pentru a confirma recepția corectă a unui transfer de date, echipamentul periferic dezactivează semnalul în logică negativă *nWait* (atribuind acestuia o tensiune pozitivă pe magistrală). Menținând semnalul activ, echipamentul periferic cere calculatorului gazdă să aștepte. Dacă semnalul devine inactiv, este indicat faptul că echipamentul periferic este pregătit pentru un alt transfer.

**Intr**
Pentru a semnala calculatorului gazdă că un echipament periferic conectat la interfața EPP are nevoie imediat de un serviciu, este transmis semnalul *Intr*. Tranziția acestui semnal între stările inactiv și activ indică o cerere de întrerupere (ceea ce înseamnă că semnalul este declanșat pe front). În modul de operare EPP nu este alocat nici un semnal pentru a confirma recepționarea cererii de întrerupere.

**nInit**
Comanda de ieșire din modul EPP este semnalul *nInit*. La activarea acestui semnal (prin scăderea valorii), sistemul este forțat să iasă din modul EPP și să revină în modul de compatibilitate.

## Modul Extended Capabilities Port (ECP)

Când operează în modul ECP (port cu capacități extinse), portul IEEE 1284 folosește șapte semnale pentru a controla fluxul de date prin cele opt linii de date standard. Modul ECP definește două protocoale de semnalizare pentru transferurile de date – unul pentru transferuri în sens direct (de la PC la echipamentul periferic) și celălalt pentru transferuri inverse (de la echipamentul periferic la PC) – și tranzițiile dintre ele. Transferurile sunt controlate printr-un dialog de confirmare în buclă închisă, care garantează că toți octeții ajung la destinația stabilită, chiar și în cazul în care conexiunea ar putea fi temporar întreruptă.

Datorită faptului că toate porturile paralele sunt inițializate în modul de compatibilitate, PC-ul dumneavoastră și echipamentele sale periferice trebuie să negocieze în prima fază

între ele pentru a realiza comutarea în modul ECP. Calculatorul și programul software inițiază negocierea (precum și gestionarea tuturor aspectelor legate de transferurile de date). După negocierea cu succes a intrării în modul ECP, conexiunea intră în faza de așteptare a operării directe (forward idle phase).

**HostClk**

Pentru a transfera informații sau comenzi prin interfața paralelă, PC-ul dumneavoastră pornește din faza de așteptare a operării directe și plasează semnalele corespunzătoare pe liniile de date. Pentru a semnala imprimantei sau unui alt echipament periferic faptul că valorile de pe liniile de date sunt valide și ar trebui transferate, calculatorul activează semnalul *HostClk*, trecându-l la valoarea logică 1.

**PeriphAck**

Transferul propriu-zis nu are loc până când imprimanta sau echipamentul periferic conectat la PC nu confirmă semnalul HostClk trimițând înapoi semnalul *PeriphAck* setat la valoarea logică 1. Ca răspuns, PC-ul dumneavoastră trece semnalul HostClk la valoarea logică 0. Primind această informație, imprimanta sau echipamentul periferic conectat la portul paralel știe că trebuie să citească semnalele de pe liniile de date. După ce termină operația de citire a semnalelor de date, echipamentul periferic trece semnalul PeriphAck la valoarea logică 0. Această operație încheie transferul de date. Semnalele HostClk și PeriphAck revin la valorile normale din faza de așteptare a operării directe, fiind pregătite pentru un alt transfer.

**nPeriphRequest**

Când un echipament periferic trebuie să transfere informații înapoi către calculatorul gazdă sau către alt echipament periferic, cere acest lucru plasând pe linia semnalului *nPeriphRequest* o valoare logică 0. Cererea este mai mult o sugestie decât o comandă, deoarece numai calculatorul gazdă poate iniția sau inversa fluxul de date. În mod obișnuit, semnalul nPeriphRequest solicită o întrerupere în calculatorul gazdă pentru a face cunoscută cererea echipamentului periferic.

**nReverseRequest**

Pentru a permite unui echipament periferic să transmită date înapoi la calculatorul gazdă sau la un alt dispozitiv conectat la interfață, PC-ul gazdă activează semnalul *nReverseRequest* stabilind pentru acesta o valoare scăzută, practic anulând tensiunea care apare în mod normal pe linia respectivă. Prin această modificare, echipamentul periferic află că PC-ul gazdă va permite efectuarea transferului.

**nAckReverse**

Pentru a confirma faptul că a recepționat semnalul *nReverseRequest* și că este pregătit pentru un transfer în direcție inversă, echipamentul periferic activează semnalul *nAckReverse*, stabilind pentru el o valoare scăzută. După aceasta, echipamentul periferic poate transmite informații și comenzi prin cele opt linii de date și semnalul PeriphAck.

**PeriphClk**

Pentru a începe un transfer în sens invers, adică de la echipamentul periferic la PC, echipamentul periferic încarcă în prima etapă biții corespunzători pe liniile de date. Apoi, stabilind pentru semnalul *PeriphClk* o valoare scăzută, informează calculatorul gazdă că are date pregătite pentru transfer.

**HostAck**

PC-ul dumneavoastră răspunde la semnalul PeriphClk comutând valoarea semnalului *HostAck* de la valoarea de așteptare (0 logic) la valoarea logică 1. Echipamentul periferic răspunde stabilind pentru semnalul PeriphClk o valoare ridicată. După ce calculatorul

gazdă acceptă datele, răspunde prin scăderea valorii semnalului HostAck. Această ultimă operație încheie transferul curent și readuce interfața în faza de așteptare a operării inverse.

**Liniile de date**

Cu toate că interfața paralelă folosește aceleași opt linii de date pentru transferul informațiilor, la fel ca în orice alt mod de operare stabilit prin standardul IEEE 1284, în modul ECP este prevăzut un semnal suplimentar care are rolul de a indica dacă liniile de date conțin date sau o comandă. Semnalul folosit pentru a crea acest sistem de informații pe nouă biți se modifică în funcție de direcția de transfer a datelor. Când modul ECP transferă date de la calculatorul gazdă la un echipament periferic (adică are loc un transfer direct), folosește semnalul HostAck pentru a specifica prezența unei comenzi sau a unor date. Dacă echipamentul periferic este sursa datelor care sunt transferate (adică are loc un transfer invers), rolul de a specifica existența unei comenzi sau a unor date revine semnalului PeriphAck.

# Interfața logică

Toate porturile paralele, indiferent de viteză, tehnologie sau mod de operare, trebuie să se conecteze într-un anumit fel cu PC-ul dumneavoastră, cu sistemul de operare al acestuia și cu aplicațiile software. De altfel, așa cum dumneavoastră nu puteți tipări dacă nu găsiți imprimanta, nici programele software nu o pot face. Dacă dumneavoastră aveți nevoie de o hartă pentru a găsi imprimanta (mai ales dacă biroul respectiv seamănă cu o sală în care a avut loc un concert rock), programele software au nevoie de ceva mai aproape de natura lor logică pentru a îndeplini aceeași funcție. Dumneavoastră căutați o anumită adresă pe o stradă. Programul software caută apeluri de funcții, rutine de întrerupere sau anumiți parametri hardware.

Această listă reprezintă etapele care vă apropie din ce în ce mai mult de interfața existentă. Un apel de funcție este o structură software de nivel înalt, inclusă în sistemul de operare, sau un driver folosit de sistemul de operare sau de aplicațiile instalate pe calculator. Apelul de funcție poate solicita la rândul lui o întrerupere, care este o rutină de program provenită din firmware-ul PC-ului dumneavoastră sau este adăugată de driverul software. Atât apelul de funcție, cât și întreruperea ajung la interfața dumneavoastră „coborând" până la nivelul hardware și căutând caracteristici specifice. Cele mai importante dintre acestea sunt porturile de intrare/ieșire folosite de interfața paralelă.

## Porturile de intrare/ieșire

În arhitectura primului PC, circuitele portului paralel se legau cu microprocesorul printr-un set de *porturi de intrare/ieșire (input/output ports* sau *I/O ports)* interne calculatorului. Aceste porturi de intrare/ieșire nu sunt porturi care au acces la exterior, ci reprezintă mijlocul prin care un microprocesor este conectat la circuitele de pe placă. Un port de intrare/ieșire operează la fel ca o adresă de memorie; microprocesorul transmite valoarea adresei către circuitele de suport ale PC-ului și apoi trimite date la adresa respectivă. Singura diferență dintre operația de adresare a memoriei și porturile de intrare/ieșire este destinația datelor. În primul caz, datele ajung în memoria RAM a calculatorului. În al doilea caz, adresarea se face într-un domeniu rezervat de memorie, care este legat la alte circuite. În general, adresele de porturi I/O au legătură cu regiștrii, un tip special de memorii, care au rolul de poartă de trecere a valorilor logice între circuite.

Schema tradițională pentru un port paralel folosea trei astfel de porturi de intrare/ieșire. Modurile de operare EPP și ECP folosesc mai multe. În toate variantele, porturile de

intrare/ieșire au forma unui bloc secvențial. Întregul interval de porturi de intrare/ieșire folosite de o conexiune paralelă este identificat în mod obișnuit prin adresa primului port (care este cel cu numărul sau adresa cea mai mică). Acest număr este denumit *adresa de bază* a portului paralel. Fiecare port paralel dintr-un calculator trebuie să aibă o adresă de bază unică. Două porturi paralele situate într-un singur PC nu pot folosi în comun aceeași adresă de bază și nici nu pot partaja vreunul dintre porturile de intrare/ieșire. Dacă întâmplător atribuiți pentru două porturi paralele aceeași adresă de bază la configurarea componentelor hardware din PC, ele nu vor lucra niciodată ca lumea.

Schema constructivă a primului PC conținea resurse pentru configurarea a trei porturi paralele într-un singur sistem, iar această caracteristică a fost păstrată pentru toate calculatoarele personale compatibile IBM. Fiecare port are propria sa adresă de bază. Pentru PC-ul original, firma IBM a ales trei valori pentru adresele de bază și acestea au rămas valorile folosite de marea majoritate a producătorilor de componente hardware. Adresele de bază utilizate sunt 03BC(Hex), 0378(Hex) și 0278(Hex).

Prima adresă, 03BC(Hex), este folosită foarte rar de producători. IBM a atribuit inițial această adresă de bază portului paralel care făcea parte din vechea placă MDA (Monochrome Display Adapter). Firma IBM a continuat să folosească această adresă și în seria PS/2 de calculatoare, atribuind-o unicului port paralel încorporat în aceste sisteme. Deoarece placa MDA nu putea fi instalată în calculatoarele PS/2, nu era nici o posibilitate de conflict. Există și alți producători de calculatoare care folosesc uneori această adresă de bază pentru porturile paralele încorporate. Totuși, pentru astfel de porturi este folosită cel mai des adresa de bază 0378(Hex). Unele calculatoare vă permit să atribuiți portului paralel una dintre cele două adrese – chiar și 0278(Hex) – cu ajutorul unor programe de configurare, jumpere sau comutatoare DIP.

## Numele dispozitivelor

În mod normal, aceste valori ale adreselor de bază sunt ascunse utilizatorilor. Cele mai multe programe și sisteme de operare fac referire la porturile paralele cu ajutorul unor nume de porturi. Aceste nume sunt preluate din expresia uzuală Line Printer: LPT1, LPT2 și LPT3. În plus, portul cu numele LPT1 mai poate folosi și numele PRN.

Corespondența dintre adresa de bază a unui port paralel și numele său de dispozitiv variază în funcție de numărul de porturi din PC-ul dumneavoastră. Între ele nu există o relație directă (unu la unu). Sistemul atribuie numele de dispozitiv la încărcare. În codul BIOS al PC-ului există o rutină de program care caută porturile paralele la fiecare dintre cele trei adrese de bază definite, într-o ordine prestabilită. Ordinea de căutare este 03BC(Hex), 0378(Hex) și apoi 0278(Hex). Setul de porturi de intrare/ieșire găsit la prima adresă de bază primește numele LPT1; al doilea, LPT2; al treilea, LPT3. Valorile adreselor de bază sunt stocate în memoria BIOS, într-o zonă specială denumită *zona de date BIOS*, la adrese individuale absolute. Deoarece adresele porturilor de intrare/ieșire au o lungime de 16 biți, fiecărei adrese de bază îi sunt alocați doi octeți de memorie. Adresa de bază a portului paralel cu numele LPT1 este stocată la locația de memorie absolută 0000:0408; LPT2, la 0000:040A; LPT3, la 0000:040C. Prin acest sistem, sunteți sigur că întotdeauna veți avea în PC un dispozitiv cu numele LPT1 (și PRN) în cazul în care aveți o interfață paralelă funcțională, indiferent de setul de porturi de intrare/ieșire folosit.

## Întreruperile

În schema primului PC erau prevăzute două întreruperi care puteau fi folosite de porturile paralele. Întreruperea hardware 07(Hex) era rezervată pentru primul port paralel, iar întreruperea hardware 05(Hex) pentru al doilea port paralel.

În mod normal, sistemele de operare DOS, Windows, precum și cea mai mare parte dintre aplicații nu folosesc întreruperile hardware pentru a controla imprimantele. Dacă întreruperile din PC-ul dumneavoastră sunt ocupate și totuși mai aveți nevoie de încă una, puteți folosi întreruperile rezervate pentru porturile de imprimantă.

Cuvântul cheie în discuția despre întreruperile pentru porturi paralele este *imprimantă (printer)*. Dacă utilizați portul paralel în alte scopuri, s-ar putea să nu mai puteți folosi întreruperea atribuită acestuia. Driverele pentru porturile EPP și ECP pot să utilizeze întreruperi, iar modemurile care folosesc porturi paralele au nevoie în mod normal de întreruperi. Dacă vă trebuie o întrerupere și nu sunteți sigur dacă portul paralel are nevoie de ea, încercați să o realocați acolo unde aveți nevoie; apoi încercați să tipăriți ceva în timp ce folosiți funcția care a împrumutat întreruperea. Astfel, dacă sunt probleme, le veți cunoaște înainte să folosiți date reale.

## Driverele de port

Portul din PC dedicat imprimantei a fost proiectat astfel încât să fie controlat printr-un driver software. În sistemul de operare DOS, probabil că nu ați observat aceste drivere, deoarece ele fac parte din memoria BIOS a calculatorului (care este de tip ROM). Handlerul întreruperii de imprimantă nu este în realitate decât un driver de imprimantă.

Nu există decât puține programe care folosesc acest driver din BIOS, deoarece este prea lent. Cum resursele hardware folosite de portul paralel sunt cunoscute bine și pot fi accesate cu ușurință, majoritatea programatorilor preferă să controleze direct circuitele hardware ale portului paralel pentru a trimite date la imprimantă. Multe aplicații conțin rutine proprii de tipărire sau folosesc drivere de imprimantă proiectate special pentru acest tip de control direct.

În mod similar, sistemele de operare mai evoluate preiau direct controlul hardware al portului paralel prin intermediul unor drivere software care îndeplinesc practic funcțiile rutinelor BIOS. În Windows 95 sau 98, puteți verifica sau modifica driverul pentru porturile paralele folosit de sistem din dosarul Printer Port Properties. Pentru a accesa acest dosar, trebuie să ajungeți la foaia de proprietăți Device Manager. După ce executați clic pe butonul Start, selectați opțiunea Settings și apoi Control Panel. Executați clic pe pictograma System din fereastra Control Panel. Selectați eticheta Device Manager. Executați clic pe linia Ports (COM & LPT) și apoi selectați portul LPT pentru care doriți să verificați driverul. În final, executați clic pe butonul Properties. Pe monitor veți vedea un ecran asemănător cu cel prezentat în Figura 21.13.

Sub titlul Driver files:, veți vedea lista cu driverele pentru portul paralel. Puteți schimba driverul folosit de acest port dacă executați clic pe pe butonul Change Driver (Schimbare driver) în Windows 95 sau Update Driver (Actualizare driver) în Windows 98. După ce efectuați această operație, veți vedea pe ecran o fereastră similară cu cea prezentată în Figura 21.14.

Sistemul Windows 98 pune la dispoziție o aplicație wizard pentru actualizarea portului de imprimantă, însă după ce o parcurgeți pas cu pas ajungeți la un ecran listă Models similar cu cel prezentat în Figura 21.14. Dacă cereți o aplicației wizard din Windows să nu caute componente hardware, ci să afișeze toate driverele astfel încât să îl puteți selecta pe cel dorit, veți economisi timp.

**FIGURA 21.13**
*Caseta de dialog din Windows cu proprietățile portului paralel.*

În mod prestabilit, lista Models (Modele) va conține numai acele drivere care sunt compatibile cu portul detectat în PC-ul dumneavoastră de sistemul Windows Plug-and-Play. Lista se va modifica în funcție de opțiunea selectată în fereastra Manufacturers (Producători). Puteți vizualiza toate driverele disponibile de la un anumit producător (sau driverele standard) selectând opțiunea Show all devices (Afișează toate dispozitivele). Dacă driverul pe care doriți să îl instalați nu se găsește în lista curentă oferită de sistemul Windows, puteți instala un alt driver de pe o dischetă sau de pe un compact disc (sau un driver pe care l-ați copiat anterior pe hard disc) executând clic pe butonul Have Disk, care vă cere să introduceți numele discului și al căii corespunzătoare driverului.

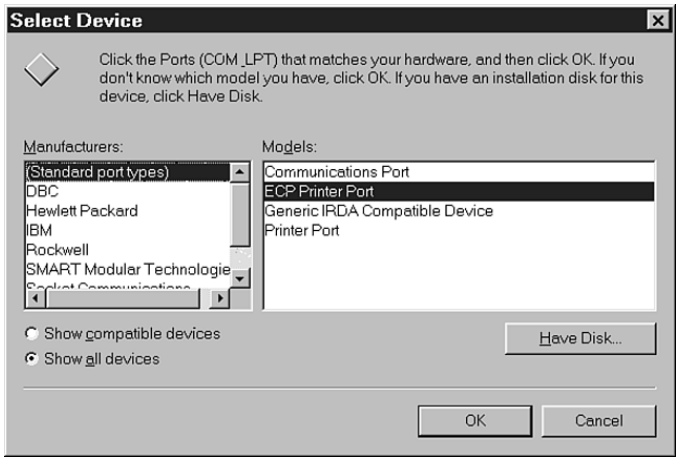



**FIGURA 21.14**
*Actualizarea driverului pentru un port paralel în Windows.*

Pentru a instala un driver nou, nu trebuie decât să îl selectați și să executați clic pe butonul OK. Sistemul Windows va avea grijă de rest.

## Controlul

Cu toată că are o capacitate imensă de prelucrare a informațiilor, un microprocesor nu poate înțelege modul de operare al unui port paralel. Pentru aceasta, are nevoie de un sfătuitor care să îi spună cum și când să mute semnalele pe linii. Mai mult decât atât, grija constantă față de detaliile controlului asupra unui port ar putea ocupa prea mult din timpul foarte prețios al microprocesorului. Din acest motiv, proiectanții sistemului

au creat un fel de sistem de asistență pentru creierul mare al PC-ului dumneavoastră. Astfel, driverul software comunică microprocesorului modul în care poate controla portul, iar circuitele hardware ale portului se ocupă de toate detaliile referitoare la operațiile cu portul.

O dată cu evoluția porturilor paralele, s-au schimbat și aceste aspecte referitoare la modul de control asupra lor. Programele software care controlează portul paralel tradițional, care fac parte din firmware-ul PC-ului dumneavoastră, au fost înlocuite de un sistem complex de drivere. De asemenea, circuitele hardware ale portului au fost modificate, astfel încât viteza de lucru a crescut, iar operațiile au fost simplificate.

Aceste modificări nu au respectat sistemul ordonat de moduri de operare stabilit în specificația IEEE 1284. Pentru a ajunge la nivelul lor actual, ele au parcurs o perioadă de evoluție.

## Porturile paralele tradiționale

În PC-ul original, cele trei porturi paralele erau legate la microprocesorul calculatorului prin trei porturi I/O separate, fiecare dintre ele fiind controlat de propriul său registru. Adresa primului registru avea rolul de adresă de bază a portului paralel. Celelalte două adrese erau următoarele valori în ordine crescătoare. De exemplu, dacă primul port paralel dintr-un PC avea adresa de bază 0378(Hex), celelalte două porturi de intrare/ieșire primeau adresele 0379(Hex) și 037A(Hex).

Registrul de la adresa de bază a portului paralel servește ca bistabil pentru date și este numit *registru de date pentru imprimantă (printer data register);* funcția sa este de a păstra temporar valorile transferate prin port de microprocesorul calculatorului dumneavoastră. Fiecare dintre cei opt biți ai acestui port este legat la una dintre liniile de date ale conectorului portului paralel. Corespondența dintre ele este foarte exactă. De exemplu, cel mai semnificativ bit al registrului se conectează la cel mai semnificativ bit al conectorului portului. Când microprocesorul PC-ului scrie o valoare în registrul de bază al portului, registrul păstrează aceste valori până când microprocesorul trimite către port alte valori, mai noi.

Calculatorul dumneavoastră folosește următorul registru al portului paralel, cel care corespunde următorului port de intrare/ieșire, pentru a monitoriza operațiile efectuate de imprimantă. Denumit *registru de stare a imprimantei (printer status register)*, acest port de intrare/ieșire conține biți pe care microprocesorul îi poate citi sub forma unor mesaje transmise de imprimantă către PC. Primii cinci biți cei mai semnificativi ai registrului corespund direct cu cele cinci semnale care apar în cablul paralel: bitul 7 indică starea semnalului Busy; bitul 6, Acknowledge; bitul 5, semnalul Paper Empty; bitul 4, Select, iar bitul 3, Error. Ceilalți trei biți din registru (biții 2, 1 și 0 – cei mai puțin semnificativi biți) nu aveau atribuită nici o funcție în schema portului paralel al PC-ului original.

Pentru a trimite comenzi la imprimantă, calculatorul folosește al treilea port de intrare/ieșire, care este situat la a doua locație de la adresa de bază a portului paralel. Registrul de aici, denumit *registrul de control al imprimantei (printer control register)*, transmite comenzi prin intermediul celor mai puțin semnificativi cinci biți. Dintre aceștia, patru controlează direct liniile corespunzătoare ale portului paralel. Bitul 0 comandă linia Strobe; bitul 1 comandă linia Auto Feed XT; bitul 2 comandă linia Initialize, iar bitul 3, linia Select.

Pentru a permite imprimantei să solicite întreruperi care să atragă atenția microprocesorului, PC-ul folosește bitul 4 al registrului de control al imprimantei. Dacă acest bit are valoarea 1 logic, semnalul Acknowledge de la imprimantă declanșează o întrerupere de

imprimantă. În timpul unei operații normale, imprimanta, după ce primește și prelucrează un caracter, schimbă valoarea semnalului Acknowledge de la 1 la 0 logic. Dacă setați bitul 4, sistemul va detecta modificarea apărută pe linia Acknowledge în registrul de stare a imprimantei și va executa întreruperea hardware atribuită portului respectiv. În mod normal, această întrerupere va cere pur și simplu microprocesorului să trimită un alt caracter la imprimantă.

Toate valorile existente în registrul de date pentru imprimantă și în registrul de control al imprimantei sunt plasate acolo de microprocesorul PC-ului, care este obligat să citească și să reacționeze la toate valorile existente în registrul de stare a imprimantei. Imprimanta primește instrucțiuni referitoare la ce are de făcut de la firmware-ul existent în memoria ROM BIOS a sistemului dumneavoastră. Cele mai multe dintre aceste funcții sunt executate de rutinele vectorului de întrerupere 017(Hex). În mod normal, aplicația apelează întreruperea 017(Hex) după ce încarcă valorile corespunzătoare în regiștrii microprocesorului, iar microprocesorul transmite valorile respective către imprimantă. Aceste operații solicită foarte mult microprocesorul. În timpul tipăririi, ele pot ocupa un procent substanțial din resursele acestuia (mai ales dacă cipurile sunt mai vechi și mai lente).

## Porturile paralele îmbunătățite

Firma Intel a stabilit modelul pentru portul paralel îmbunătățit (Enhanced Parallel Port) integrând schema acestuia în setul de cipuri 386SL (acesta conținea un microprocesor și un cip de suport, adică un cip 386SL și cipul subsistemului de intrare/ieșire 82360SL; împreună, aceste cipuri mai aveau nevoie doar de memorie pentru a constitui un PC complet). EPP a fost gândit ca un superset pentru porturile paralele standard și PS/2. Ca și în cazul acestor modele, transferurile compatibile trebuiau să utilizeze cei trei regiștri de port paralel la adrese de porturi I/O consecutive. Dar noul model adaugă cinci regiștri noi la cei trei de bază. Deși proiectanții sunt liberi să plaseze acești regiștri unde doresc (deoarece sunt accesați prin intermediul unor drivere), în implementările obișnuite, ei ocupă consecutiv următoarele cinci adrese de porturi I/O.

### Registrul de adresă EPP

Primul registru nou (offset trei de la adresa de port I/O de bază) este denumit *registrul de adresă EPP (EPP address register)*. Acest registru pune la dispoziție un canal direct prin care PC-ul dumneavoastră poate specifica adrese ale dispozitivelor cuplate la sistem prin conexiunea EPP. Încărcând adresa corespunzătoare în acest registru, PC-ul poate selecta oricare dintre dispozitivele atașate la un singur port paralel, imediat după ce dispozitivele paralele care folosesc modul de adresare EPP devin disponibile.

### Regiștrii de date EPP

Următoarele patru porturi ale interfeței de sistem EPP (care încep la offset patru de la adresa de port de bază) sunt legate la *regiștrii de date EPP (EPP data registers)*, care pun la dispoziție un canal pe 32 de biți pentru transmiterea datelor în bufferul de date EPP. Circuitele portului EPP preiau datele din buffer, le împart în patru octeți separați și apoi trimit cei patru octeți, secvențial, pe liniile de date EPP. Prin apariția a patru porturi de intrare/ieșire care îl înlocuiesc pe cel folosit de porturile paralele standard, operația de conversie este mutată în zona hardware a portului, eliberând astfel sistemul de responsabilitatea de a formata datele. Mai mult, calculatorul poate scrie simultan în cei patru regiștri de date EPP cu ajutorul unui singur cuvânt dublu de 32 de biți, într-un singur ciclu de ceas – în cazul calculatoarelor care au magistrale de date de 32 de biți. Și în mașinile mai lente, specificația EPP permite operații de scriere pe un octet sau pe un cuvânt (16 biți) prin regiștrii de date EPP.

Spre deosebire de porturile paralele standard, care cer ca microprocesorul PC-ului dumneavoastră să conducă datele prin port, portul paralel îmbunătățit operează automat. După încărcarea datelor, acest tip de port nu are nevoie de semnale suplimentare de la microprocesor pentru a efectua un transfer de date. Circuitele EPP generează semnalul Strobe pe magistrală aproape imediat după ce microprocesorul scrie în registrii de date EPP. Când microprocesorul citește datele din registrii de date EPP, circuitele portului declanșează automat semnalul Strobe pentru a comunica celorlalte dispozitive care transmit date prin conexiunea EPP că PC-ul este pregătit să recepționeze și alte date. Portul EPP poate transmite date pe liniile de date cu minimum de informații suplimentare necesare transferului. Acest model optimizat este unul dintre cele mai importante elemente care permit unui port EPP să opereze atât de repede comparativ cu porturile standard.

**Registrul de control pentru portul paralel rapid**

Pentru a trece de la portul paralel standard la operații bidirecționale și la modul EPP, nu trebuie decât să plasați valorile corecte în unul dintre registri. Cu toate că producătorii de componente pot folosi orice schemă doresc (ceea ce pentru dumneavoastră nu înseamnă decât schimbarea driverelor existente cu cele corespunzătoare), majoritatea respectă modelul stabilit în cipurile SL. Firma Intel a adăugat setului de cipuri un *registru de control pentru portul paralel rapid (fast parallel port control register)*, care este controlabil software. Acest registru corespunde cu biții nefolosiți ai registrului standard de control al imprimantei conectate la portul paralel.

Dacă cel mai semnificativ bit (bitul 7) al registrului de control pentru portul paralel rapid este setat la valoarea 1 logic, este activat modul de operare EPP. Dacă bitul respectiv este setat la valoarea 0 logic (prestabilită), portul este forțat să lucreze în modul standard. Un alt bit are rolul de a controla operațiile bidirecționale. Dacă bitul 6 al registrului de control pentru portul paralel rapid este setat la valoarea 1, este activat modul de operare bidirecțional. Când acest bit are valoarea 0, este menținut modul de lucru unidirecțional al portului.

În cele mai multe PC-uri, modul de operare EPP nu este activat automat. Simpla conectare a imprimantei la interfața EPP nu garantează transferuri rapide. Activarea modului EPP se realizează cu ajutorul unui driver software, care asigură legătura dintre software și componentele hardware ale portului EPP.

## Porturile cu capabilități extinse

Ca și în cazul celorlalte versiuni ale modelului de bază de port paralel, PC-ul dumneavoastră controlează un port cu capabilități extinse printr-un set de registri. Pentru a menține compatibilitatea cu produsele mai vechi, care au nevoie de acces la un port paralel standard, primii trei registri de bază ai modelului ECP sunt identici cu cei ale modurilor precedente. Însă datele portului paralel sunt redefinite în fiecare dintre modurile diferite de operare ale portului.

Modelul ECP mai include, pe lângă cei trei registri de bază ale portului paralel, un set suplimentar de registri la adresele de port situate la offset 0400(Hex) față de registrul de bază. Unul dintre aceștia, *registrul de control extins*, controlează modul de operare al portului ECP. Microprocesorul stabilește modul de operare prin scriere în acest port, care se găsește la offset 0402(Hex) față de registrul de bază al portului. Portul ECP folosește registri suplimentari pentru a monitoriza și controla alte aspecte ale transferului de date. În Tabelul 21.15 sunt prezentați registrii folosiți de modelul ECP, denumirile mnemonice și modurile în care funcționează aceștia.

**Tabelul 21.15** Definițiile regiștrilor pentru portul cu capabilități extinse

| *Nume* | *Adresă* | *Mod de operare* | *Funcție* |
|---|---|---|---|
| Data | De bază | PC, PS/2 | Registru de date |
| ecpAFifo | De bază | ECP | Buffer FIFO ECP (de adresă) |
| DSR | De bază+1 | Toate | Registru de stare |
| DCR | De bază+2 | Toate | Registru de control |
| cFifo | De bază+400 | EPP | Buffer FIFO EPP (de date) |
| ecpDFifo | De bază+400 | ECP | Buffer FIFO ECP (de date) |
| tFifo | De bază+400 | Test | Test FIFO |
| cnfgA | De bază+400 | Configurare | Registru de configurare A |
| cnfgB | De bază+401 | Configurare | Registru de configurare B |
| ecr | De bază+402 | Toate | Registru de control extins |

Ca și în cazul altor modele de porturi paralele îmbunătățite, modelul ECP se comportă în modul prestabilit exact ca un port paralel standard. Pentru a trimite biți pe liniile de date ale conexiunii paralele, programele pot scrie informațiile dorite în registrul de date al portului (care se găsește la adresa de bază a portului, exact ca la portul paralel standard). Comutând în modul EPP sau ECP, programele pot scrie cu viteză mare într-un registru cu dimensiunea de maxim 32 de biți. Modelul ECP oferă proiectanților de componente hardware posibilitatea de a opta pentru transferuri pe 8, 16 sau 32 de biți.

Pentru a permite mai multor dispozitive să folosească în comun o singură conexiune paralelă, modelul ECP include propria sa schemă de adresare, care permite PC-ului dumneavoastră să identifice separat și să trimită date la maximum 128 de dispozitive. Când calculatorul dorește să ruteze un pachet sau un flux de date prin conexiunea paralelă la un anumit echipament periferic, trimite prin portul paralel o comandă de adresă de canal. Comanda include o adresă de dispozitiv. Dispozitivele paralele ECP care recepționează comanda compară adresa cu adresele proprii atribuite. Dacă cele două adrese nu se potrivesc, dispozitivul ignoră datele care circulă prin conexiunea paralelă până când PC-ul prin port trimite următoarea comandă de adresă de canal. Când calculatorul uită să indice o adresă de canal, datele sunt difuzate tuturor dispozitivelor legate la conexiunea paralelă.

## Performanțe

La fel ca în cazul oricărei interfețe, doriți ca interfața paralelă să opereze la cea mai mare viteză posibilă. Viteza unei conexiuni paralele poate fi destul de dificil de fixat. Există mai mulți parametri care o influențează. De exemplu, cablul paralel stabilește limita superioară a frecvențelor semnalelor care pot fi transmise prin port, limitând astfel rata maximă de date. Pentru cabluri de lungimi normale, ceea ce înseamnă cabluri mai mici decât dimensiunea maximă recomandată (de 3 metri), efectele cablului asupra productivității portului paralel sunt minime. Alți factori de influență sunt: viteza de comutare a circuitelor portului, viteza cu care PC-ul poate scrie în regiștrii de control și date, numărul de cicluri necesare sistemului BIOS sau driverului software pentru a scrie un caracter, capacitatea dispozitivului de la capătul celălalt al conexiunii de a accepta și

prelucra datele care îi sunt transmise și întârzierile necesare pentru sincronizarea diferitelor semnale ale portului paralel pentru a asigura integritatea transferului.

## Sincronizarea

Intervalele de sincronizare a semnalelor unui port paralel sunt mai mici decât ar trebui, pentru ca acesta să poată fi utilizat de cât mai multe dispozitive paralele. Deoarece sincronizarea nu a fost standardizată niciodată înainte de adoptarea specificației IEEE 1284, producătorii au fost nevoiți să opteze pentru o sincronizare slabă – ceea ce a însemnat obținerea unei toleranțe mai mari a erorilor în schimbul unei viteze mai mici de semnalizare – pentru a asigura comunicarea oricărui PC cu orice imprimantă sau cu orice alt dispozitiv periferic de tip paralel.

Când sincronizarea de sistem a unui port paralel de standard mai vechi este stabilită la un minim care conduce la cea mai mare compatibilitate posibilă, transmisia unui singur caracter se efectuează în aproximativ zece microsecunde. Aceasta determină obținerea unei viteze maxime de transfer de 100.000 de octeți pe secundă. Dacă folosește cele mai mici intervale de sincronizare permise de specificația IEEE 1284, un port paralel convențional poate termina ciclul de transfer al unui singur caracter în 4 microsecunde, asigurând o capacitate maximă de transfer de 250.000 de octeți pe secundă.

Dacă adăugați la aceasta informațiile suplimentare de la ambele capete ale conexiunii, veți observa cum valorile ratelor de transfer scad foarte mult. Cu un PC rapid și un echipament periferic rapid, vă puteți aștepta în realitate la viteze de transfer de 80 până la 90 KB/sec prin cel mai rapid port paralel convențional.

Primele implementări ale specificației EPP permiteau efectuarea unui ciclu de operații într-o jumătate de microsecundă. Această valoare de timp se traducea într-o viteză maximă de transfer de aproximativ 2 MB/sec. În operațiile reale, cu informații suplimentare de prelucrare normale, porturile EPP (și ECP) ajung aproape la jumătate din această viteză, adică în jur de 800 KB/sec.

Însă aceste valori nu reprezintă limita maximă a modelului EPP. În versiunile ulterioare ale standardului EPP, cerințele de sincronizare pot ajunge atât de ridicate, încât să solicite ca datele de pe interfață să devină valide în mai puțin de 100 de nanosecunde. Astfel de modele vor permite viteze de transfer de aproximativ 8 MB/sec. O asemenea viteză depășește ratele uzuale de transfer oferite de magistrala ISA. Pentru a obține performanțe optime de la o conexiune EPP, va fi necesară o legătură cu magistrala locală de date.

## Comprimarea datelor

O metodă foarte bună de creștere a vitezei de transfer al informațiilor prin orice interfață este minimizarea numărului de octeți care trebuie transmiși. Prin comprimarea codului digital – adică reducerea la un format pe biți ceva mai eficient din punctul de vedere al transmisiei de date – puteți micșora numărul de octeți necesari pentru a transmite texte, imagini grafice și fișiere. Deja cunoscută datorită eficienței în economisirea spațiului pe discuri (de exemplu, prin programele DriveSpace și Stacker), pe benzile magnetice și în conexiunile prin modemuri, metoda de comprimare a datelor face parte și din standardul Extended Capabilities Port.

Opțional, sistemul ECP vă permite să comprimați datele transmise prin interfața paralelă pentru a îmbunătăți viteza de transfer. Chiar și circuitele hardware ale portului sunt capabile să efectueze operații de comprimare și decomprimare, invizibile pentru PC și pentru aplicațiile software, ca și pentru echipamentele periferice de la celălalt capăt al

conexiunii. Efectul care se obține în transferurile de date este similar cu îmbunătățirea vitezei semnalelor prin cablul paralel, dar fără nici un fel de problemă electrică.

Modelul ECP folosește o formă simplă de comprimare, denumită *Run Length Encoding (codificarea lungimii)* sau RLE. La fel ca orice alt cod, RLE poate avea multe forme diferite, însă principiul de bază rămâne același. Repetițiile dese ale aceluiași model digital pot fi reduse la o singură apariție a modelului însoțit de un număr care indică de câte ori se repetă. Algoritmul RLE specific folosit de sistemul ECP operează la nivel de octet. Când același octet este repetat de mai multe ori într-o succesiune de date, sistemul transformă succesiunea respectivă într-un șir de doi octeți: primul indică modelul original și celălalt coeficientul de multiplicare. Desigur, în cazul în care octeții nu se repetă, forma de bază a algoritmului RLE nu este eficientă. Utilizând doi octeți pentru a codifica unul singur, numărul de octeți transmiși pentru un set dat de informații crește. Pentru a minimiza impactul acestei creșteri, algoritmul RLE folosit de sistemul ECP face un compromis. Jumătate din valorile posibile ale octeților sunt lăsate nemodificate și sunt folosite de cod pentru a reprezenta aceleași valori singulare de octeți ca în secvența de date. Celelalte valori de octeți sunt folosite ca multiplicatori. Dacă una dintre valorile rezervate pentru multiplicatori apare în secvența de date, trebuie reprezentată prin doi octeți (valoarea octetului urmată de un multiplicator cu valoarea 1). Acest sistem permite codificarea prin doi octeți a unor șiruri de caractere repetitive de până la 128 de octeți.

Cea mai bună performanță a acestui sistem este obținerea unei rate de comprimare de 64 la 1 în cazul unor repetiții lungi ale unei singure valori de octet. În cel mai rău caz, sistemul extinde datele cu o proporție de 1 la 2. În situații reale, sistemul obține o rată generală de comprimare de aproximativ 2 la 1, dublând efectiv viteza interfeței paralele, indiferent care este rata de transfer de bază calculată în biți pe secundă.

Comprimarea datelor cu algoritmul RLE poate fi eficientă mai ales în cazul transferurilor de imagini grafice de la PC la imprimantă. Imaginile grafice conțin deseori secvențe lungi de octeți identici, care reprezintă zone cu culoare uniformă. Codificarea RLE oferă avantaje mici transferurilor de texte, deoarece textele conțin rareori repetări ale aceluiași octet sau caracter. Desigur, transmiterea unui text obișnuit la o imprimantă nu solicită de obicei prea mult posibilitățile unui port paralel standard și, de aceea, în astfel de cazuri creșterea de viteză prin comprimare nu este necesară.

## Controlul magistralei

În orice sistem de transfer de date, informațiile suplimentare sunt o piedică în calea performanței. Cu cât microprocesorul calculatorului pierde mai mult timp cu pregătirea și transportul datelor prin interfață, cu atât îi rămâne mai puțin timp disponibil pentru alte operații. Problema este vizibilă mai ales în timpul tipăririi în fundal pe PC-urile care au microprocesoare mai vechi și mai lente. Cea mai mare parte dintre aplicații vă oferă opțiunea de tipărire în fundal, astfel încât să aveți posibilitatea de a lucra la altceva în timp ce calculatorul transmite lent datele către imprimantă. Aproape întotdeauna, PC-ul își încetinește atât de mult viteza în timpul operației de tipărire în fundal, încât practic nu mai poate executa alte operații. Această problemă apare chiar și în sistemele cu microprocesoare 80486.

Scăderea vitezei de operare are mai multe cauze. Este posibil ca microprocesorul să efectueze o operație de rasterizare a unei imagini grafice de dimensiunea paginii (cum este deseori cazul în operațiile de tipărire din Windows) sau să piardă vremea cu gestionarea transportului octeților din memorie în regiștrii interfeței paralele. Cu toate că proiectanții de sisteme nu pot face mai mult pentru a îmbunătăți viteza în primul caz

fără a folosi un microprocesor mai puternic, ei au dezvoltat câteva scheme pentru a minimiza încărcarea sistemului cu informații auxiliare. O îmbunătățire vizibilă a apărut o dată cu renunțarea la rutinele pentru imprimantă din BIOS și preluarea controlului direct asupra circuitelor interfeței. O altă posibilitate este de a prelua o funcție de la microprocesor și de a o lăsa în grija unui alt circuit. Această ultimă variantă stă la baza tehnologiei *de control al magistralei (bus mastering)*.

Preluarea controlului magistralei poate îmbunătăți performanțele întregului sistem (deci și tipărirea) pe două căi. În primul rând, circuitul care administrează transferurile poate fi mai eficient decât microprocesorul în aceste operații, astfel că poate transmite octeții mai repede. Și, prin preluarea responsabilității de la microprocesor, transferurile de date nu mai au cum să implice restul componentelor din PC. În aceste condiții, microprocesorul are mai mult timp pentru a efectua operațiile sale obișnuite.

În sistemele care permit preluarea controlului magistralei pentru porturile paralele, transferurile sunt gestionate de obicei de controllerul DMA (Direct Memory Access) al sistemului. Microprocesorul configurează transferul – specificând sursa octeților de date, destinația și cantitatea – și lasă în grija controllerului DMA toate celelalte detalii. Controllerul DMA preia controlul asupra magistralei, devenind astfel master pentru acest dispozitiv, și transportă informațiile cu ajutorul ei.

Transferurile paralele efectuate cu preluarea controlului magistralei nu s-au bucurat de o răspândire prea mare. Această tehnologie nu funcționează prea bine pe magistralele de extensie ISA, iar firma IBM a introdus-o târziu în sistemul Micro Channel. Mai mult decât atât, viteza mare de prelucrare a microprocesoarelor mai bune, combinată cu capacitatea relativ redusă de transfer prin interfața paralelă standard, face ca preluarea controlului magistralei să fie o complicație inutilă. Cu toate că în prezent nu este aplicată pe sistemele PCI sau VL Bus (deși ambele tipuri de magistrale suportă preluarea controlului magistralei), această tehnologie ar putea da un plus de performanță modelelor EPP și ECP, datorită faptului că aceste interfețe au o productivitate mai mare și utilizează metode simplificate de transfer al datelor.

## Plug-and-Play

Sistemul Plug-and-Play, care a fost dezvoltat de producătorii de calculatoare cu intenția de a vă simplifica viața – sau cel puțin pentru a ușura operația de configurare a PC-ului – acoperă și domeniul porturilor de intrare/ieșire și al imprimantelor. Tehnologia Plug-and-Play permite calculatorului dumneavoastră să detecteze și să identifice diferitele dispozitive hardware pe care le conectați la sistem. De exemplu, o imprimantă care înțelege și folosește sistemul Plug-and-Play se poate identifica singură în fața calculatorului și îi poate comunica acestuia care este cel mai bun driver software pe care să îl folosească.

Mecanismul de bază cerut pentru ca un sistem Plug-and-Play să lucreze cu imprimantele este inclus în specificația IEEE 1284. Operațiile de identificare și de asigurare a corespondenței driverelor sunt efectuate de sistemul de operare al PC-ului dumneavoastră.

### Avantaje

Echipamentele care respectă specificația Plug-and-Play comunică PC-ului resursele de sistem de care au nevoie, iar PC-ul le va atribui apoi automat resursele respective. Spre deosebire de situația în care configurați singur componentele hardware, calculatorul dumneavoastră poate să țină o evidență precisă (sau aproape precisă) a tuturor resurselor solicitate și utilizate de dispozitivele pe care le conectați la sistem. Tehnologia

Plug-and-Play permite PC-ului nu numai să rezolve conflictele dintre dispozitivele care au nevoie de aceleași resurse hardware (sau de resurse asemănătoare), ci chiar să prevină apariția conflictelor respective.

La conectarea unei imprimante, nu trebuie să cunoașteți decât două aspecte legate de tehnologia Plug-and-Play – cum configurați porturile și cum lucrați cu imprimanta. Cu toate că nici măcar nu ar trebui să vă gândiți la aceste detalii, dacă ajungeți să le cunoașteți, veți înțelege mult mai bine filosofia de lucru a calculatorului și veți evita situațiile în care sistemul creează probleme în loc să le elimine.

Imprimantele care sunt conforme cu cerințele unui sistem Plug-and-Play permit câteva operațiuni automate. O imprimantă poate specifica singură *clasa de dispozitive (device class)* din care face parte, iar sistemul de operare Plug-and-Play va instala funcțiile și driverele corespunzătoare clasei respective. Sistemul permite imprimantei să se identifice singură, cu un nume familiar (în locul unui banal număr de model) și folosește numele respectiv în tot procesul de configurare. Astfel, dumneavoastră puteți înțelege ce se întâmplă și nu mai aveți motive să vă întrebați ce caută pe calculator un lucru cu un nume care seamănă aproape perfect cu inscripțiile de pe părțile laterale ale unui OZN. Pe lângă aceasta, o imprimantă Plug-and-Play poate să vă comunice cu ce alte echipamente periferice poate lucra.

## Cerințe

Pentru ca un sistem Plug-and-Play să poată funcționa ca atare, trebuie să aveți un sistem de operare care oferă facilități Plug-and-Play. Windows 95 a fost primul sistem de operare care a suportat complet această tehnologie.

Ideal ar fi ca PC-ul dumneavoastră și toate echipamentele periferice conectate la el să respecte specificațiile Plug-and-Play. Dacă vă cumpărați un calculator personal nou, ar trebui să vă așteptați la acest nivel de compatibilitate. Însă dacă aveți un sistem mai vechi (sau un sistem nou în care ați instalat echipamente periferice mai vechi), este foarte probabil să nu aveți compatibilitate totală Plug-and-Play. Nu este nici o problemă, deoarece în cele mai multe cazuri un sistem de operare Plug-and-Play poate să lucreze cu ce aveți conectat la calculator. De exemplu, sistemul Windows poate identifica o imprimantă care respectă standardul Plug-and-Play, chiar dacă ați umplut calculatorul cu plăci de extensie vechi, care nu se potrivesc deloc cu acest standard.

Pentru a identifica automat imprimanta, sistemul Plug-and-Play trebuie să fie capabil doar să comunice cu imprimanta și să recunoască datele de identificare transmise de aceasta. Cheia acestei operații este portul paralel, iar nivelul cerințelor acestuia pentru operațiunea Plug-and-Play este minim. Portul poate folosi oricare dintre modelele de conector descrise de standardul IEEE. De asemenea, trebuie să suporte, la nivel minim, transferuri bidirecționale în modul pe tetrade. Aproape toate porturile paralele fabricate în lume respectă aceste cerințe. Deoarece tehnologia Plug-and-Play preferă un port proiectat după modelul ECP, pentru a obține performanțe maxime de la imprimantă ar trebui să urmăriți respectarea acestei cerințe.

Desigur, pentru a beneficia de avantajele acestei tehnologii, o imprimantă trebuie să posede suport încorporat pentru standardul Plug-and-Play. Prima cerință este simplă. Imprimanta trebuie să fie capabilă să transmită calculatorului informațiile de identificare Plug-and-Play, astfel încât PC-ul să afle ce tip de imprimantă este conectată la interfața paralelă. Pentru ca sistemul să identifice cu precizie tipul imprimantei conectate, sunt utilizate trei elemente de identificare, numite *valori cheie*. Alte trei valori cheie suplimentare optimizează modul de operare al sistemului Plug-and-Play.

## Modul de operare

În specificația IEEE 1284 este descris un mecanism prin care sistemul de operare al calculatorului poate interoga un dispozitiv extern conectat la un port paralel. După ce PC-ul transmite comanda corectă, imprimanta răspunde prima dată prin returnarea a doi octeți care precizează cantitatea memorată de date de identificare. Această valoare reprezintă lungimea șirului de identificare (în octeți), incluzând cei doi octeți care indică valoarea respectivă. Primul octet al acestei valori este cel mai semnificativ.

După ce PC-ul primește informațiile despre lungimea șirului de identificare, poate cere imprimantei informațiile propriu-zise, cu ajutorul unei alte comenzi. Imprimanta Plug-and-Play răspunde returnând valorile cheie memorate în memoria proprie de configurare (care poate fi de tip ROM, Flash RAM sau EEPROM).

Cele trei valori de identificare necesare sistemului Plug-and-Play pentru a funcționa corect sunt producătorul (Manufacturer), setul de comenzi (Command Set) și modelul (Model) imprimantei. Fiecare dintre aceste informații este memorată sub forma unui șir de caractere în care se face distincție între literele mari și cele mici, prefațat de tipul de identificare. Specificația IEEE 1284 folosește pentru aceste valori de identificare abrevierile MFG, CMD și MDL. De exemplu, imprimanta ar putea răspunde la cererea de identificare cu următoarele trei valori:

```
MFG: Acme Printers; CMD: PCL; MDL: Roadrunner 713
```

Identificatorii de producător și model sunt unici pentru fiecare producător în parte. Aceste valori nu ar trebui modificate niciodată și în mod obișnuit vor fi stocate în memoria de tip ROM a imprimantei. În cazul ideal, identificatorul setului de comenzi al imprimantei transmite calculatorului ce driver de imprimantă trebuie să folosească. În exemplul anterior, este specificat driverul Printer Control Language (PCL), creat de Hewlett-Packard. Cu toate că cele mai multe imprimante au valori fixe pentru acest identificator, dacă imprimanta dumneavoastră permite adăugarea unor emulări sau fonturi suplimentare, valoarea identificatorului setului de comenzi ar trebui să se modifice pentru a corespunde noii variante. Rețineți că sistemul Windows ignoră valoarea cheie pentru setul de comenzi. Atunci când configurează automat driverul de imprimantă, Windows utilizează numai informațiile despre producător și model pentru a determina ce driver să folosească.

Pentru a opera cu valorile cheie, Windows generează propriul său identificator Plug-and-Play. Sistemul generează valoarea de identificare internă combinând valorile Manufacturer și Model și adăugând o sumă de control pe patru biți. Dacă informațiile despre producător și model au împreună mai mult de 20 de caractere, Windows reduce șirul la primele 20 de caractere, însă numai *după* ce calculează suma de control. Rezultatul este un șir cu lungimea de maxim 24 de caractere. În final, sistemul Windows adaugă prefața `LPTENUM\` (indicând astfel numele portului paralel) pentru a ști permanent calea imprimantei. Se obține astfel identificatorul Plug-and-Play al imprimantei, pe care sistemul Windows îl folosește când stabilește ce driver de dispozitiv este utilizat pentru imprimantă. De exemplu, identificatorul intern din Windows pentru o imprimantă Hewlett-Packard LaserJet 4L ar trebui să fie următorul șir de caractere:

```
LPTENUM\Hewlett-PackardLaserC029
```

Producătorii de imprimante pot adăuga, opțional, și alte informații de identificare la valorile cheie Plug-and-Play. În specificația IEEE 1284 mai sunt sugerate intrările Comment (Comentariu) și Active Command Set (Setul activ de comenzi). Microsoft

definește propriul set de opțiuni: Class (prescurtat CLS – Clasă), Description (sau DES – Descriere) și Compatible ID (sau CID – Identificator de compatibilitate). Aceste valori nu fac deosebirea între literele mari și literele mici.

Valoarea cheie Class descrie tipul general de dispozitiv. Firma Microsoft limitează lista de dispozitive la opt: FDC, HDC, Media, Modem, Net, Ports sau Printer.

Valoarea cheie Description este un șir de maxim 128 de caractere care are rolul de a identifica dispozitivul Plug-and-Play într-un format care poate fi înțeles de utilizatori. Sistemul Windows folosește valoarea Description când face referire pe ecran la un dispozitiv și nu poate găsi fișierul de date (cu extensia INF) corespunzător acestuia. În mod normal, Windows ar trebui să regăsească în fișier identificatorul de pe ecran al dispozitivului. Valoarea cheie Description păstrează identificatorul într-o formă ușor de înțeles, chiar în cazul în care conectați la sistem un dispozitiv pe care Windows nu l-a mai întâlnit niciodată înainte.

Valoarea cheie Compatible ID comunică sistemului Windows dacă imprimanta sau un alt dispozitiv conectat la calculator vor opera exact la fel ca un alt produs pentru care Windows s-ar putea să aibă un driver. De exemplu, această informație permite fabricantului unei imprimante copiate după un model Epson MX-80 să comunice că va lucra foarte bine cu driverul pentru imprimanta Epson.

După ce a identificat imprimanta, setul de comenzi al acesteia și compatibilitățile permise, sistemul Windows folosește aceste valori pentru a căuta datele de care are nevoie pentru selectarea driverelor necesare imprimantei și pentru configurarea corectă a acestora. Desigur, în orice moment al operației de configurare aveți posibilitatea să faceți propriile alegeri și să renunțați la cele propuse automat de Microsoft.

# Capitolul 22
# Telecomunicațiile

*Un calculator atinge nivelul maxim de performanță nu operând ca stație independentă, ci prin interconectarea sa cu alte mașini și rețele. Prin intermediul liniilor telefonice, puteți schimba fișiere, programe, imagini și alte informații. Însă, datorită faptului că cea mai mare parte dintre liniile telefonice locale sunt analogice, iar calculatoarele sunt digitale prin excelență, pentru a realiza legătura dintre ele aveți nevoie de un dispozitiv numit modem. Vitezele și categoriile de modemuri (incluzând aici și fax modemurile) sunt în prezent mai variate ca niciodată.*

Opțiunile de conectare prin telecomunicații

| *Conexiune* | *Viteză maximă* | *Avantaje* | *Dezavantaje* |
|---|---|---|---|
| Modem V.90 | 56 Kbiți/sec | Ieftin; disponibil pe scară largă | Lent |
| ISDN | 128 Kbiți/sec | Standardizat | Nu este disponibil pe scară largă; poate fi scump; nu este foarte rapid |
| DSL (G.Lite) | 1,544 Mbiți/sec | Rapid | Nu este disponibil pe scară largă; prețul variază în funcție de zonă; trebuie să fie lângă oficiul central |
| Linie închiriată (T1) | 1,544 Mbiți/sec | Rapid | Scump (atât instalarea, cât și taxele lunare) |
| Modem prin cablu | 10 Mbiți/sec | Foarte rapid; ieftin de obicei | Nu este disponibil pe scară largă |
| Satelit direct | 400 Kbiți/sec | Disponibil aproape peste tot | Viteză medie; lucrează cel mai bine cu buffere |

Un calculator personal atinge nivelul maxim de performanță atunci când pătrunde în universul altor calculatoare. Utilizând resursele de telecomunicații ale PC-ului dumneavoastră, vă puteți lega la World Wide Web, puteți descărca ultimele versiuni de drivere software, puteți participa la jocuri în rețea, puteți afla cele mai ciudate lucruri sau puteți, pur și simplu, să expediați prin fax la restaurantul din colț comanda pentru masa de prânz. PC-ul poate efectua toate aceste operații, și multe altele, cu ajutorul unei singure conexiuni la lumea exterioară. Desigur, prima țintă este rețeaua Internet.

Conexiunea folosită este cea pe care ați utilizat-o ani de zile pentru a stabili întâlniri, pentru a comanda pizza și pentru a discuta cu partenerii de afaceri. După atașarea unui modem la calculator și legarea acestuia la linia telefonică, puteți folosi PC-ul pentru a efectua exact aceleași operații. Vechea linie telefonică a reprezentat de la început pentru PC o lume străină, plină de semnale primitive și periculoase. Deoarece era vorba de lumea semnalelor analogice, pentru a realiza o conexiune era nevoie de un echipament special, cum este modemul.

Tehnologia calculatoarelor a pătruns în sistemul telefonic internațional la fel de ușor cum a invadat toate celelalte domenii din lume. Noua generație de servicii de

telecomunicații extinde posibilitățile de lucru la distanță ale calculatorului cu semnale bine cunoscute acestuia, semnalele digitale. Multe dintre serviciile digitale noi promit pentru calculatoarele personale comunicații la distanță mai rapide și mult mai sigure. Toți ar vrea să participe la conectarea PC-ului dumneavoastră la o linie digitală (bineînțeles, și la împărțirea câștigurilor). Nu numai compania de telefoane, ci și compania de televiziune prin cablu și chiar furnizorii de servicii prin satelit doresc să folosiți (și să plătiți pentru) serviciile lor.

Fără nici un dubiu, serviciile digitale reprezintă cea mai bună metodă de conectare la Internet și la restul lumii. Însă aceste servicii nu sunt disponibile întotdeauna. Acum, la sfârșitul celui de-al 20-lea secol, *majoritatea oamenilor* nu au încă acces la comunicațiile digitale de mare viteză. Răspunsul este simplu. Chiar dacă dumneavoastră puteți să investiți echivalentul a o mie de dolari într-un PC performant, de viitor, companiile telefonice și de televiziune prin cablu trebuie să cheltuiască sute de milioane de dolari pentru a oferi PC-ului dumneavoastră comunicații digitale. Companiile de comunicații care au anticipat progresul în acest domeniu au realizat deja investiții mari și oferă acces de mare viteză în anumite zone din Statele Unite. În următorii câțiva ani, comunicațiile digitale de mare viteză vor pătrunde și în restul lumii.

Ca urmare, comunicațiile analogice care se bazează pe modemuri rămân în continuare cea mai bună (și, deseori singura) opțiune pentru majoritatea utilizatorilor. Vom analiza în prima parte a capitolului acest tip de comunicații, după care vom vedea de ce comunicațiile digitale vor oferi o soluție mai bună – atunci când veți obține o astfel de conexiune.

## Serviciile analogice

Un modem reprezintă un echipament standard pentru fiecare PC nou, și aceasta dintr-un motiv foarte bun. Pentru a realiza o conectare on-line și a vă lega la World Wide Web, aveți nevoie de un modem. Analizați ce ar reprezenta un PC fără modem și vă veți da seama că este la fel de bun ca un aspirator.

Modemul din zilele noastre este reprezentantul unei lumi cu totul diferită de cea în care se lucra cu câțiva ani în urmă, iar diferența o constituie viteza. Un modem care nu poate opera la o viteză de cel puțin 14.400 de biți pe secundă este pur și simplu prea lent pentru a putea fi utilizat în Internet și reprezintă o frână pentru orice alt tip de telecomunicație. Pentru modemurile moderne, această viteză este nivelul de pornire, iar ratele lor de transfer ajung la 28.800 bps, 33.600 bps și chiar 56.000 bps. De fapt, următorul modem pe care îl veți cumpăra s-ar putea să depășească aceste viteze și poate – în ciuda numelui său – nici nu va mai fi un modem.

Cu toate aceste schimbări în tehnologia modemurilor, rămâne valabilă următoarea întrebare: de ce aveți nevoie de această componentă hardware suplimentară pentru a face calculatorul să comunice? Atât PC-ul, cât și telefonul operează pe baza aceluiași tip de energie (electrică) și transmit mesaje prin intermediul unor simple semnale electrice. Dacă nu ați vedea cu câtă îndârjire concurează marile corporații specializate în calculatoare și telefonie, le-ați putea suspecta că s-au înțeles între ele pentru a plasa pe piața de calculatoare astfel de accesorii.

Analizând pas cu pas operațiile efectuate de un modem, vă veți da seama cât respect merită acest dispozitiv. Din multe puncte de vedere, modemul modern este un creator de miracole. Ca o adevărată mașină a timpului, modemul face legătura între tehnologia digitală a calculatoarelor din zilele noastre și interfața analogică a telefoanelor, care a fost inventată cu mai mult de un secol în urmă. Cu toate că telefonia digitală și serviciile noi

de telecomunicații au pătruns încetul cu încetul până în case și birouri, cea mai mare parte dintre conexiunile telefonice se bazează în continuare pe semnale analogice pe anumite porțiuni din traseele lor. Chiar și aceste servicii digitale au nevoie de un dispozitiv în genul unui modem pentru a realiza o conexiune. Cu toate că majoritatea utilizatorilor denumesc modemuri și aceste dispozitive digitale de conectare, tehnic vorbind ele nu sunt decât *adaptoare terminale (terminal adapters)*. Oricum, indiferent dacă folosiți un serviciu telefonic analogic mai vechi sau unul digital modern, mai rapid și mai scump, aveți nevoie de un dispozitiv între PC și linia telefonică. Majoritatea utilizatorilor numesc acest dispozitiv modem.

Cele mai bune modemuri contemporane au mai multe funcții decât simpla conversie dintre semnalele digitale și analogice, „înghesuind" mai mult de o duzină de biți de date printr-un cablu pe care ar trebui să încapă unul singur. Un fax-modem poate trimite o imagine grafică de dimensiunea unei pagini printr-un fir telefonic în aproximativ 15 secunde.

Modemul în varianta clasică reprezintă o punte necesară între semnalele digitale și cele analogice. În mod normal, un modem modern face mai mult decât să realizeze o simplă conectare. Cele mai multe au forma unor cutiuțe, care vă oferă o mulțime de caracteristici practice pentru ca lucrul să fie mai rapid, mai simplu și automatizat. Cele mai bune modemuri contemporane se ocupă nu numai de realizarea și monitorizarea conexiunii, ci și de îmbunătățirea acesteia. Ele formează numărul de telefon în locul dumneavoastră, îl memorează și îl apelează repetat (până la reușită). Modemul ascultă linia telefonică până când se asigură că este stabilită o legătură bună și abia după aceea vă permite să efectuați transmisii pe linie. Unele modemuri au încorporate circuite pentru detectarea și corectarea erorilor inevitabile care pot apărea în conversațiile dumneavoastră electrice.

## Elemente de bază

Un modem adevărat este un rău necesar în lumea contemporană a telecomunicațiilor, deoarece încă mai folosim un sistem telefonic care funcționează după standarde inventate acum aproape o sută de ani, înainte de apariția componentelor electronice, într-o perioadă în care oamenii nici nu visau la circuitele digitale pe bază de semiconductoare. Primele cuvinte transmise cu ajutorul telegrafului inventat de Dr. Bell erau semnale electrice analogice, adică același tip de semnale care sunt folosite de sistemul telefonic pe care îl utilizați dumneavoastră. Deși comunicațiile digitale sunt mai vechi decât sistemul telefonic – telegraful convențional este anterior telefonului cu aproape 30 de ani (Samuel F. B. Morse se minuna de lucrarea Domnului în 1844) – tehnologia digitală actuală este un fenomen relativ recent.

Sistemul telefonic a fost proiectat numai pentru lucrul cu semnale analogice deoarece acestea sunt singurele create de vorbirea prin microfon. În timp, sistemul telefonic a fost dezvoltat într-o rețea internațională bine pusă la punct, capabilă să manevreze simultan milioane de astfel de semnale analogice și să le comute de la un aparat telefonic la altul, situat oriunde în lume. În ultimii 20 de ani, companiile telefonice au schimbat aproape toate circuitele cu componente digitale. Cele mai multe circuite din oficiile centrale sunt digitale. Aproape orice apel interurban între orașe și țări este transmis digital. De fapt, singura componentă analogică din majoritatea conexiunilor telefonice este *bucla locală* (*local loop)*, adică firele care ajung din centrala telefonică în casa sau biroul dumneavoastră (și, în mod similar, de la o centrală situată la distanță până la telefonul persoanei pe care ați apelat-o).

Motivul principal pentru care circuitele analogice continuă să fie utilizate în sistemul telefonic este că există încă sute de milioane de aparate telefonice mai vechi (pe care

specialiștii le numesc POTS – abreviere de la Plain Old Telephone Set). Chiar și firele dintre aparatul dumneavoastră și centrala telefonică sunt capabile probabil să opereze cu semnale digitale. Dacă sunteți dispus să plătiți mai mult – atât pentru un echipament nou, cât și pentru cheltuieli lunare suplimentare – vă puteți abona la un serviciu total digital, ISDN sau DSL (despre care vom discuta în alte secțiuni). Însă cât timp folosiți un aparat de tip POTS, aveți nevoie de un modem pentru comunicații.

Chiar și în cazul în care apelați la un serviciu digital, tot aveți nevoie de o cutie sau de o placă de extensie asemănătoare cu un modem, care să facă legătura între circuitele digitale ale PC-ului dumneavoastră și linia telefonică digitală. Adaptorul terminal vă ajută să puneți cap la cap standardele de semnale ale diferitelor tipuri de componente hardware. Din perspectiva furnizorului dumneavoastră de servicii de telecomunicații (cunoscut înainte sub numele de „companie telefonică"), și mai important este faptul că adaptorul terminal protejează rețeaua telefonică împotriva semnalelor ciudate și ilogice generate de PC. Acest adaptor asigură transmiterea în rețeaua telefonică digitală numai a semnalelor corecte.

## Modularea

Tehnologia care permite modemurilor să transmită semnale digitale prin sistemul telefonic analogic este numită *modulare.* De fapt, numele de „modem" este derivat din acest termen și din numele circuitului reciproc (demodulator), care este folosit în operația de recepție. Termenul modem este o prescurtare a expresiei MOdulator/ DEModulator.

Este nevoie de modulare, deci și de modemuri, deoarece conexiunile telefonice analogice nu permit trecerea semnalelor digitale de curent continuu. Procesul de modulare creează semnale analogice, care conțin toate informațiile digitale generate de calculator și care pot fi transmise prin canalele pentru voce ale sistemului telefonic.

Mai general, modularea reprezintă procesul de adaptare a unui semnal la mediul de comunicații folosind semnalul altfel incompatibil pentru a modifica un alt semnal, care este compatibil cu mediul. În cazul unui modem, modularea folosește semnalul de date digital pentru a modifica un semnal analogic, astfel încât combinația dintre cele două semnale poate circula prin sistemul telefonic analogic.

Procesul de modulare începe cu un semnal constant denumit *purtătoare (carrier)*, care transportă o anumită cantitate de informații digitale modulatoare. În cele mai multe sisteme de modulare, purtătoarea este un semnal staționar, care are amplitudinea (puterea), frecvența și faza constante, fiind echivalentul electric al unui ton pur. Pentru că nu se modifică, purtătoarea propriu-zisă este lipsită de conținut și de informație. Este echivalentul unui bit digital nemodificat. Este pur și simplu un pachet, la fel ca o pungă pentru lapte. Cu toate că pentru mutarea conținutului dintr-un loc în altul aveți nevoie de purtătoare tot așa cum aveți nevoie de pungă pentru a muta laptele, pachetul nu afectează conținutul și este irelevant pentru produs. După ce transportați produsul acolo unde doriți, nu vă mai interesează ambalajul.

Semnalul care este mixat electric cu purtătoarea în scopul modificării anumitor aspecte ale acestuia a primit același nume ca procesul, *modulatoare*. Unda purtătoare și cea modulatoare nu sunt amestecate pur și simplu. Dacă ar fi așa, modulatoarea ar fi filtrată în mod natural de mediul de comunicații incompatibil. De aceea, modulatoarea modifică unda purtătoare în așa fel încât aceasta păstrează doar caracteristicile esențiale și rămâne compatibilă cu mediul de propagare.

Un modem modulează un semnal analogic care poate circula prin sistemul telefonic cu ajutorul unor semnale digitale de curent continuu produse de PC. De asemenea,

modemul demodulează semnalele sosite, separând componenta analogică și transmițând informația digitală la PC. Unda purtătoare modulată rezultată rămâne un semnal analogic care, de obicei, trece cu ușurință prin sistemul telefonic.

Procesul de modulare are două cerințe de bază. Prima o reprezintă păstrarea compatibilității cu mediul de comunicație, astfel ca semnalul să poată fi utilizat. A doua cerință este posibilitatea de a separa modulatoarea de purtătoare, astfel încât să puteți reface semnalul original.

*Demodularea* este procesul de refacere a semnalului, procesul complementar modulării. În timpul demodulării, purtătoarea este separată de modulatoare, iar informația codificată este refăcută în forma originală. Deși este privită logic doar ca un complement al operației de modulare, demodularea presupune de obicei circuite și principii de operare cu totul diferite, care cresc complexitatea modemului.

Procesul de modulare/demodulare aduce multe avantaje, suficiente pentru a argumenta complexitatea combinării semnalelor. Deoarece circuitele electronice pot fi reglate pentru a accepta doar frecvența unei anumite unde purtătoare și a elimina alte frecvențe, printr-un mediu de comunicații pot fi transmise mai multe semnale modulate. Acest principiu stă la baza tuturor comunicațiilor și difuzărilor radio. În plus, modulatoarea permite transmiterea de informații digitale, bazate pe curent continuu, prin medii care în alte condiții nu ar putea transmite semnale de curent continuu (cum ar fi sistemul telefonic).

La fel cum posturile de radio AM și FM folosesc metode diferite de modulare și obțin același rezultat, proiectanții de modemuri au de ales dintre mai multe tehnologii de modulare pentru a codifica datele digitale într-un format compatibil cu sistemele de transmisie analogice. Diferitele forme de modulare se deosebesc prin utilizarea unor caracteristici diferite ale undei purtătoare, care sunt modificate corespunzător diferențelor dintre date, în scopul codificării informațiilor. Cele trei caracteristici fundamentale ale unei unde purtătoare ce poate fi aleasă de proiectanți sunt amplitudinea, frecvența și faza. Modemurile moderne beneficiază de avantajele tuturor acestor tipuri de modulare.

**Modularea undei purtătoare**

Cea mai ușoară metodă de a înțelege tehnica modulării este analiza celei mai simple forme a acesteia, modularea *undei purtătoare*, abreviată CW (Carrier Wave) mai ales de difuzorii de emisiuni radio.

Am amintit anterior că, atunci când este redus la forma sa de bază, un semnal digital nu este decât un șir de biți de informație care poate fi codificat într-o varietate de forme. Pentru a exprima valorile digitale pe hârtie, se folosesc simbolurile 0 și 1. În circuitele digitale, aceiași biți iau forma unor tensiuni de curent continuu de valori ridicate sau scăzute, adică semnale digitale incompatibile cu sistemul telefonic. Biții digitali pot fi însă convertiți cu ușurință în prezența sau absența unui semnal care circulă prin sistemul telefonic (sau care este difuzat sub formă de undă radio). Desigur, semnalul compatibil este unda purtătoare. Prin activarea și dezactivarea undei purtătoare, o putem folosi pentru codificarea valorilor digitale 0 și 1.

Semnalul CW rezultat arată la fel ca o secvență întreruptă de unde sinusoidale rotunjite, așa cum este prezentat și în Figura 22.1.

Figura prezintă cea mai directă metodă de vizualizare a conversiei semnalului din formatul digital în cel analogic: o undă completă a purtătoarei reprezintă o valoare digitală 1, iar absența undei reprezintă valoarea 0. În cele mai multe sisteme simple cu undă

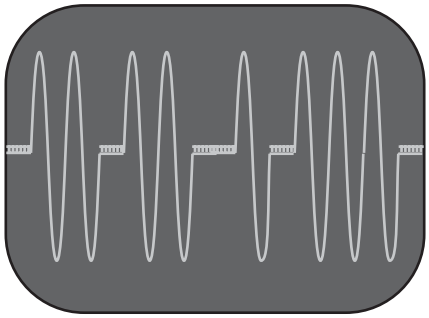


**FIGURA 22.1**
*Modularea undei purtătoare.*

purtătoare, fiecare bit ocupă spațiul mai multor unde. Sistemul codifică informația digitală nu ca impulsuri propriu-zise, ci ca timp. Un bit durează o anumită perioadă bine stabilită, indiferent de numărul de cicluri care au loc în perioada respectivă, astfel că frecvența undei purtătoare nu este relevantă pentru conținutul informației.

Cu toate că modularea CW (a undei purtătoare) are propriile sale neajunsuri, în special în cazul comunicațiilor prin cablu, rămâne o aplicație practică în transmisia radio. Este folosită în cele mai simple metode de emisie radio, în special pentru transmiterea mesajelor în codul Morse.

Una dintre cele mai mari lipsuri ale modulării undei purtătoare este ambiguitatea. Orice întrerupere în transmiterea semnalului poate fi interpretată greșit ca o valoare digitală 0. Problema este foarte greu de rezolvat, în special în sistemele telefonice. Echipamentul nu are nici o posibilitate de a stabili dacă o pauză mai lungă între semnalele purtătoare reprezintă date clare din mesaj, o întrerupere în transmisie sau finalul mesajului.

**Codificarea prin decalarea frecvenței**

O metodă mult mai sigură de transmitere a informației digitale este folosirea de frecvențe separate și diferite pentru fiecare stare numerică (digitală). De exemplu, un 1 digital ar putea determina unda purtătoare să treacă la o frecvență mai mare, tot așa cum se comută pe un nivel ridicat de tensiune în reprezentarea digitală. Un 0 digital ar putea comuta semnalul la o frecvență mai mică. Două frecvențe diferite și trecerile de la una la alta ar putea codifica foarte bine datele binare pentru transmisia printr-un sistem analogic. Această formă de modulare este denumită *codificare prin decalarea frecvenței (frecquency shift keying)* sau FSK, deoarece informația este codificată prin variația frecvenței.

De fapt, componenta „keying" a numelui este rămasă din perioada de glorie a telegrafului, când această formă de modulare era folosită pentru transmiterea codului Morse. Practic, metoda de decalare a frecvenței a apărut o dată cu codul telegrafic.

În sistemele FSK reale, cele două frecvențe de decalare reprezintă modularea aplicată unei unde purtătoare separate (care are, de obicei, o frecvență mult mai mare). Când nu este prezentă modulatoarea, apare numai unda purtătoare, la frecvența sa fundamentală. La apariția modulatoarei, întregul semnal face un salt între două frecvențe diferite. Figura 22.2 ilustrează aspectul modulației FSK din punct de vedere electric.

Codificarea prin decalarea frecvenței este folosită în modemurile cele mai primitive, modemurile de 300 de biți pe secundă, foarte răspândite în trecut, care operau sub standardul Bell 103. Acest standard, care este folosit de cea mai mare parte dintre modemuri când operează la o rată de date de 300 de biți pe secundă, încorporează două sisteme FSK separate, fiecare dintre ele având propriile frecvențe purtătoare, una la 1.200 și cealaltă la 2.200 de hertzi. Modularea de tip spațiu (valorile 0 logice) decalează purtătoarea cu 150 de hertzi în jos, în timp ce modularea de tip marcă crește frecvența purtătoarei cu o valoare egală. Deoarece tehnica de modulare FSK este relativ simplă, iar

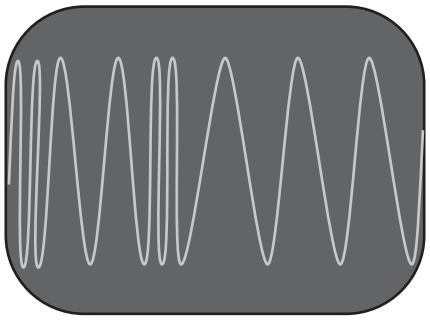


**FIGURA 22.2**
*Codificare prin decalarea frecvenței.*

cele două frecvențe pot fi deosebite chiar și în cazul unor conexiuni de proastă calitate, viteza de 300 bps a standardului Bell 103 este cea mai sigură, chiar dacă este cea mai lentă dintre toate standardele pentru modemuri.

**Modularea în amplitudine**

Modularea undei purtătoare este de fapt un caz particular de *modulare în amplitudine*. Termenul de amplitudine se referă la puterea semnalului sau la intensitatea unui ton transportat printr-un mediu de transmisie, cum ar fi firele telefonice. Variația mărimii undei purtătoare de către o undă modulatoare pentru a transmite informații se numește modulare în amplitudine. Spre deosebire de modularea undei purtătoare, care folosește simple activări și dezactivări, în cazul modulării în amplitudine, tonul purtătoarei devine mai puternic sau mai slab în funcție de semnalul modulator. Figura 22.3 prezintă aspectul unui semnal modulat în amplitudine.

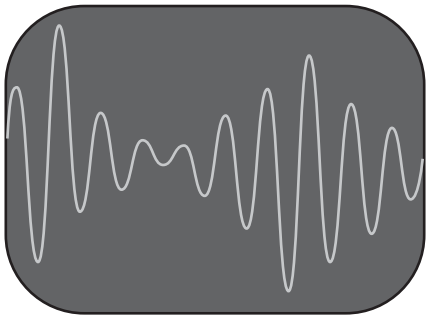


**FIGURA 22.3**
*Modulație în amplitudine (pe axa verticală este reprezentată mărimea semnalului, iar pe cea orizontală, timpul).*

Modularea în amplitudine este folosită în mod obișnuit de difuzorii de radio și televiziune pentru transmiterea semnalelor analogice. Prin aplicarea acestei metode, ajung la aparatele radio AM vocile prezentatorilor și muzica, iar la televizoare, imagini. De asemenea, modularea în amplitudine este utilizată de ingineri pentru transmisiile digitale. De exemplu, ei pot defini o amplitudine pentru a indica un 1 logic și o altă amplitudine pentru a indica un 0 logic.

Modularea pură în amplitudine are un mare dezavantaj. În timpul unei transmisii, intensitatea semnalului telefonic este caracteristica cea mai indicată pentru variație. Pe măsură ce semnalul traversează mediul de comunicație, rezistența și impedanța firului telefonic tind să reducă puterea semnalului; ca o măsură de protecție, amplificatoarele instalate de compania telefonică încearcă să păstreze semnalul la un nivel constant. Mai mult decât atât, zgomotul parazit de pe linia telefonică simulează modularea în amplitudine și poate fi confundat cu datele reale. Datorită acestor fenomene, modemurile nu utilizează în mod normal o modulare în amplitudine pură. Tehnologia de modulare în amplitudine este folosită de modemuri ca o componentă într-un sistem de modulare complexă, despre care vom discuta într-o altă secțiune.

Singura excepție de la regula că modemurile nu folosesc modularea în amplitudine este modemul de 56 Kbps produs de firma Rockwell International și utilizat în prezent de standardul V.90, conexiunea de date cu cea mai mare viteză posibilă pe liniile telefonice analogice locale. Sistemul Rockwell atinge acest nivel de performanță prin schimbarea totală a filosofiei de lucru: nu mai acționează ca un modem. Acest sistem nu mai tratează o conexiune telefonică ca pe un serviciu analogic punct la punct, așa cum era tratată pe

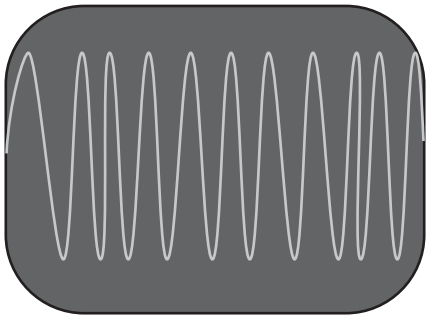
vremea lui Alexander Bell, ci ca pe un sistem de comunicație digitală în care o parte – bucla locală dintre dumneavoastră și oficiul central al companiei telefonice – nu este decât o secțiune de calitate mai slabă. Sistemul Rockwell preia informațiile transmise de dispozitiv pe linia telefonică locală nu prin modulare, ci sub o formă specială de codificare digitală, în care semnalul digital este codificat prin 256 de niveluri de amplitudine ale undei purtătoare, corespunzătoare nivelurilor de tensiune folosite de convertorul analogic-digital din oficiul central al companiei telefonice.

**Modularea în frecvență**

Codificarea prin decalarea frecvenței reprezintă un caz particular al unei tehnologii mult mai generale, și anume *modularea în frecvență (FM = Frequency Modulation)*. În sistemul clasic de modulare în frecvență folosit de stațiile radio FM, variațiile în intensitatea sunetelor modulează o undă purtătoare prin schimbarea valorii frecvenței acesteia. De exemplu, când muzica transmisă de un post FM devine mai puternică, înseamnă că frecvența undei purtătoare a stației radio s-a decalat mai mult. Modularea în frecvență transformă modificările de amplitudine ale modulatoarei în schimbări ale frecvenței purtătoarei. Modulatoarea nu modifică nivelul undei purtătoare. Ca urmare, un semnal FM este reprezentat electric sub forma unui tren de unde late și înguste, de înălțime constantă, așa cum este ilustrat și în Figura 22.4.

**FIGURA 22.4**

*Modulație în frecvență (pe axa verticală este reprezentată mărimea semnalului, iar pe cea orizontală, timpul).*



Într-un sistem FM pur, mărimea sau amplitudinea semnalului nu este relevantă. Această caracteristică face ca modularea în frecvență să fie imună la zgomote. Interferențele și semnalele parazite modifică semnalul util și îi afectează puterea. Demodulatoarele FM ignoră aceste modificări în amplitudine. De aceea, nici fulgerele, nici motoarele nu interferă cu stațiile radio FM. Imunitatea la zgomotele parazite și la variațiile în amplitudine determină ca modularea în frecvență să fie considerată o metodă mai sigură de transmisie pentru modemuri, deși este mult mai complexă.

**Modularea în fază**

O altă variantă a modulării în frecvență este *modularea în fază*. Această tehnologie lucrează prin modificarea relației de fază dintre undele semnalului. O purtătoare nemodulată poate fi reprezentată sub forma unui tren de unde aflate în aceeași relație de fază. Aceasta înseamnă că undele vin unele după altele, cu un pas foarte precis. Valorile maxime și minime ale unui tren de unde apar la intervale constante. Dacă o undă ar fi întârziată cu exact o lungime de undă, ea s-ar suprapune exact peste următoarea undă din serie.

Prin întârzierea vârfului unei unde, astfel încât acesta să apară mai târziu decât era așteptat, puteți altera relația de fază constantă dintre undele trenului, fără a modifica în nici un fel amplitudinea sau frecvența generală a trenului de unde. Cu alte cuvinte, decalați o undă în comparație cu cele care o preced. În același timp, creați o modificare detectabilă de stare, denumită *decalaj de fază* (*phase shift)*. Apoi, puteți codifica biții digitali prin prezența sau absența unui decalaj de fază.

Se spune că două semnale sunt în fază când valorile maxime și minime ale unui semnal se aliniază exact cu cele ale celuilalt semnal. Când semnalele sunt defazate cu 180 de grade, maximele primului semnal se aliniază cu minimele celuilalt. Printr-o modulare în

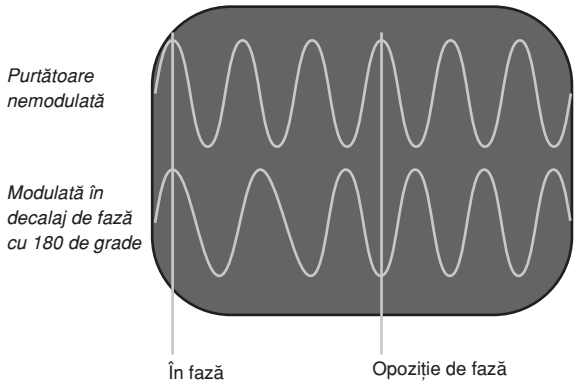



**FIGURA 22.5**
*Modulație în fază care ilustrează o decalare de fază de 180 de grade.*

cvadratură, faza undei purtătoare poate fi decalată cu 180 de grade, undele trecând de la starea în fază la starea de opoziție de fază, așa cum este ilustrat în Figura 22.5. Observați că cele două forme de undă se găsesc inițial în aceeași fază și apoi, după un decalaj de fază, ajung să fie defazate cu 180 de grade.

Dacă veți analiza formele undelor rezultate în urma unui decalaj de fază, veți observa că modularea în fază este un caz particular al modulării în frecvență. Întârzierea unei unde crește timpul dintre vârful undei respective și vârful undei precedente. Rezultatul este că frecvența semnalului scade în timpul schimbării fazei, deși pe ansamblu frecvența semnalului pare să rămână constantă.

Un tip particular de modulare în fază, denumită *modulare în cvadratură*, modifică faza semnalului numai din 90 în 90 de grade. De aceea, decalarea dintre unde are loc numai la unghiuri ale fazelor egale cu 0, 90, 180 sau 270 de grade. Termenul „cvadratură" apărut în numele acestei metode de modulare se referă la cele patru întârzieri posibile de fază.

Modularea în cvadratură permite o codificare a datelor mult mai complexă decât cea sub formă de biți. Cele patru decalări posibile pot specifica patru valori diferite. De exemplu, o decalare de 90 de grade poate specifica valoarea 1, o decalare de 180 de grade poate specifica valoarea 2, iar o decalare de 270 de grade poate specifica valoarea 3. Posibilitatea de a codifica patru stări face din sistemele care folosesc modularea în cvadratură primele candidate pentru codificarea de grup, care este discutată în una dintre următoarele secțiuni. Cu toate că modularea în cvadratură este foarte utilă în comunicațiile prin modemuri, cel mai des este folosită în combinație cu alte tehnici de modulare.

**Modularea complexă**

Diferitele tehnici de modulare nu se exclud reciproc. Producătorii de modemuri obțin rate mai mari de transfer pentru date prin combinarea a două sau mai multe tehnici în scopul realizării unor scheme de *modulare complexă*.

În modemurile cu codificare prin decalarea frecvenței, un bit de date determină o schimbare corespunzătoare de frecvență în unda purtătoare. Fiecare modificare de frecvență sau de stare codifică un singur bit de informație. Unitatea de măsură folosită pentru a descrie numărul de modificări de stare care au loc în unda purtătoare într-o secundă este numită baud. Termenul „baud" a fost atribuit acestei unități de măsură în memoria lui J.M.E. Baudot, un expert francez în telegrafie. Numele său (Baudot) este folosit pentru a descrie un cod digital pe cinci biți utilizat în sistemele de teleimprimare.

În cazul particular al modulării FSK, o schimbare de stare pe secundă (un baud) transportă exact un bit de informație pe secundă, iar un baud reprezintă un transfer de informație digitală cu rata de un bit pe secundă. Însă, în funcție de numărul de stări folosite de sistemul de comunicație, o singură tranziție (un baud) poate transporta mai

puțin sau mai mult de un bit de informație. De exemplu, pentru codificarea informației pot fi folosite mai multe frecvențe diferite de tonuri (adică mai multe schimbări diferite ale frecvenței purtătoarei). Trecerea de la o frecvență la alta ar putea avea loc la viteza de un baud, însă datorită faptului că pot fi efectuate diferite modificări, această tranziție poate codifica mai mult de un bit de informație. Din acest motiv, un baud nu are aceeași semnificație cu un bit pe secundă, deși adesea cei doi termeni sunt folosiți incorect unul în locul celuilalt. Din păcate pentru M. Baudot, confuzia dintre „baud" și „biți pe secundă" a devenit imposibil de corectat, astfel încât inginerii de comunicații folosesc acum termenul *simbol* în loc de baud atunci când discută despre schimbările de stare.

Viteza de 300 de biți pe secundă obținută prin tehnica simplă FSK necesită o lățime de bandă de 600 de hertzi. Cele două purtătoare de 300 de bauzi, care au nevoie împreună de o lățime de bandă de 1.200 Hz (de două ori câte 600 Hz) și de o bandă de siguranță ceva mai largă, se potrivesc lejer în limita de 2.700 Hz a liniilor telefonice.

Folosind aceeași tehnică simplă de modulare și exploatând la maximum lățimea de bandă de 2.700 de hertzi a unei linii telefonice obișnuite, vitezele modemurilor pot fi dublate, ajungând astfel la 600 de bauzi. Însă peste această limită nu se poate trece datorită lățimii de bandă limitate.

**Codarea grup**

O viteză de comunicație a datelor de 300 sau chiar 600 de biți pe secundă este mică, prea mică pentru ca majoritatea utilizatorilor să poată citi normal textul care defilează pe ecran. Pe vremea când comunicațiile interurbane erau limitate la viteza de 600 de biți pe secundă, singurii utilizatori fericiți erau acționarii de la diferitele companii telefonice. În cel mai bun caz, informația circula cu viteza melcului.

Prin combinarea mai multor tehnici de modulare, modemurile moderne pot obține rate de date mult mai mari, în ciuda restricțiilor impuse de liniile telefonice obișnuite. În loc să acționeze asupra purtătoarei într-o singură direcție, ele pot modifica două (sau mai multe) caracteristici ale undei. Astfel, fiecare baud transportă mai mulți biți de informație.

Relația dintre numărul de biți care pot fi codificați pentru fiecare baud și numărul de stări necesare ale semnalelor este geometrică. Numărul de stări necesare crește exponențial pe măsură ce încercați să codificați mai multe date într-un singur baud, așa cum este prezentat în Tabelul 22.1.

**Tabelul 22.1** Stările semnalelor necesare pentru codificarea biților

| *Numărul de stări* | *Biți pe baud* |
|---|---|
| 2 | 1 |
| 4 | 2 |
| 16 | 4 |
| 64 | 8 |
| 256 | 16 |

Rețineți, de asemenea, că această formă de codificare face ca datele transmise să fie mult mai vulnerabile la erori. O eroare într-un baud eronat se poate propaga asupra mai multor biți de date. Deoarece cu cât divizați mai fin un baud, cu atât sunt mai mici diferențele, erorile rezultă din neconcordanțe mai mici ale semnalului.

Aceste forme mai complexe de modulare nu măresc lățimea de bandă a canalului de comunicații; nu uitați că aceasta este o funcție a mediului, pe care modemul nu o poate modifica. Avantajul unui modem este că are posibilitatea de a codifica datele digitale prin schimbările dintre diferitele stări ale undei purtătoare. De exemplu, unda purtătoare poate fi modulată în fază prin tehnica de modulare în cvadratură, astfel încât fiecărui baud să îi corespundă una dintre cele patru stări posibile.

Cu toate că v-ați putea gândi că aceste patru stări pot crește de patru ori viteza modemului, relația nu este chiar atât de directă. Pentru a converti stările în informații digitale, modemurile folosesc o tehnică denumită codare grup, în care o stare codifică un anumit model din biți. Modemul are nevoie de un tabel de stări unice, destul de mare pentru a identifica fiecare combinație posibilă cu un număr dat de biți. Din doi biți digitali pot fi deduse oricare dintre următoarele 4 modele distincte: 00, 01, 10 și 11. De aceea, pentru a codifica cei doi biți într-un singur baud, un modem are nevoie de patru stări diferite pentru a identifica în mod unic fiecare model din biți. Astfel, viteza de bază a unui modem pe o conexiune ideală poate fi determinată de numărul de stări disponibile pentru codificare.

Codarea grup este cheia pentru tehnicile avansate de modulare. În loc să opereze bit cu bit, biții unui cod digital sunt prelucrați pe grupuri. Fiecare grup de biți de date este codificat ca o stare particulară a undei purtătoare.

Însă, așa cum este evidențiat și în exemplu, relația dintre stări și biți nu este liniară. Pe măsură ce numărul de biți ai codului crește cu o anumită valoare (cu aceeași valoare crescând și viteza potențială a tehnicii de modulare), numărul de stări necesare crește direct proporțional cu puterea corespunzătoare a lui doi, logaritmul invers al numărului de stări disponibile (tonuri, tensiuni sau faze). O viteză de 2 biți pe baud are nevoie pentru codificare existența a 4 stări diferite ale purtătoarei; o viteză de 4 biți pe baud necesită 16 stări diferite ale purtătoarei, iar un sistem cu 8 biți pe baud are nevoie de 256 de stări.

Cele mai multe modemuri de 1.200 de biți pe secundă operează la 600 de bauzi, cu patru stări diferite pentru purtătoare; aceste stări sunt posibile prin aplicarea unei modulări în cvadratură. Modemurile care operează la viteze de transfer de 2.400 bps folosesc o metodă de modulare și mai complexă decât modularea în cvadratură și produc 16 stări diferite, deși operează tot la 600 de bauzi. Fiecare stare codifică unul dintre cele 16 modele diferite de patru biți digitali. Un baud transportă pe linia telefonică informația conținută de patru biți transmiși de modem.

Sistemele de modulare mai complexe combină două sau mai multe metode de modulare în scopul introducerii a cât mai mulți biți în fiecare baud. Astfel, pentru a crea mai multe stări distincte, un modem poate folosi o combinație de mai multe frecvențe și amplitudini diferite. Valorile codului de grup pot fi atribuite fiecărei stări într-un sistem bidimensional, care folosește o metodă de modulare pe o axă și o a doua metodă de modulare pe cealaltă axă. Puteți atribui o valoare de cod de grup fiecărei poziții discrete de pe coordonată. Cu toate că ați putea să începeți din colțul din stânga sus și să listați valorile de cod în ordine, de la stânga la dreapta, de sus în jos, dacă valorile similare sunt separate de intervale, sistemele electronice le pot deosebi mai ușor. Rezultatul obținut este o matrice de numere dispuse ca niște cutii poștale care, dacă sunt vizualizate grafic și cu puțină imaginație, seamănă cu un spalier. Ca urmare, acest tip de modulare multiplă a fost numită *modulare de tip spalier (trellis)*. Valorile de modulare și de cod pentru modularea de tip spalier folosită la fiecare viteză de operare în parte sunt stabilite prin standardele internaționale dedicate modemurilor.

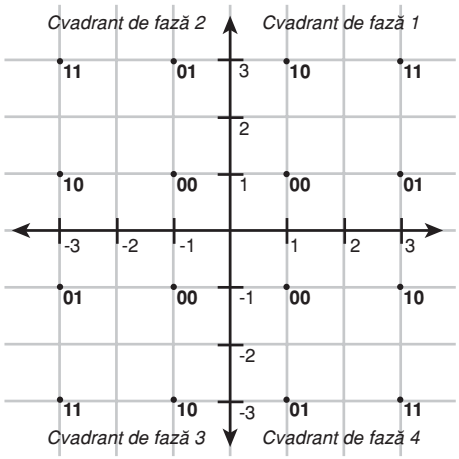



**FIGURA 22.6**
*Setul de semnale V.22bis.*

Figura 22.6 prezintă setul de valori folosit de sistemul de semnale V.22bis la 2.400 bps. Cele șaisprezece puncte diferite din set permit codificarea a patru biți pe baud; astfel, se obține o viteză de transfer de 2.400 bps cu un semnal de numai 600 de bauzi. Cadranele cu patru faze fac trimitere la comutările între cele patru stări ale fazelor în cvadratură, iar cele patru posibilități de schimbare permit codificarea a doi biți de date în plus față de cele patru stări posibile din fiecare cvadrant. Seturile utilizate de modemurile de viteză mai mare sunt asemănătoare, însă mai complexe (și mai dificil de vizualizat).

Conform principiului care spune că nimic nu este gratuit, acest sistem, prin care pare să se obțină ceva din nimic prin utilizarea metodei de modulare complexă, trebuie să aibă și o slăbiciune. În cazul modemurilor de mare viteză, problema este că o dată cu creșterea ratei de date, calitatea liniei telefonice devine un factor din ce în ce mai important. În plus, cu cât vitezele modemurilor sunt mai mari, fiecare impuls (baud) transmis pe linia telefonică transportă mai multă informație și o singură eroare poate avea efecte devastatoare.

**Modularea impulsurilor**

Modularea poate opera și în direcția inversă, permițând unui sistem digital să transporte reprezentări ale valorilor analogice sau permițând sistemelor de curent continuu să transmită semnale de curent alternativ. De fapt, această formă inversă de modulare reprezintă principiul aflat la baza tehnologiei audio digitale, subiect discutat în capitolul 19, „Sistemul audio“.

Deoarece această tehnologie convertește un semnal analogic într-un set de impulsuri digitale, este numită deseori modulare de impulsuri, deși acest termen este rezervat de obicei pentru aplicațiile care folosesc semnalele digitale rezultate pentru a modula o undă purtătoare. De aceea, în multe situații, procesul de creare a semnalelor digitale de curent continuu în stare brută nu mai este numit „modulare“, ci *codificare digitală.*

Cea mai simplă formă a modulării de impulsuri folosește un număr de impulsuri într-o perioadă dată pentru a indica puterea (mărimea) semnalului analogic de bază.

*Modularea în durată a impulsurilor* [1] descrie mărimea semnalului analogic de bază prin variația lățimii fiecărui impuls. Cu alte cuvinte, modularea în durată a impulsurilor convertește nivelul de tensiune analogică în durata impulsurilor folosite în semnalul digital.

*Modularea în cod a impulsurilor* este cea mai complexă metodă. Acest tip de modulare folosește un număr sau un cod digital pentru a indica mărimea semnalului analogic de bază. De exemplu, tensiunea semnalului este convertită într-un număr, iar semnalul digital reprezintă numărul respectiv în cod binar. Această formă de modulare digitală

1 În engleză, pulse duration modulation. Se mai numește și modulare în lățime a impulsurilor (pulse width modulation).

este foarte răspândită datorită utilizării pe scară largă în echipamentele audio digitale, cum ar fi CD-playerele.

## Caracteristicile de semnal

O discuție despre tehnologia modemurilor și a telecomunicațiilor nu poate începe decât de la problema de bază, și anume transportul informației – fie că este vorba de date digitale, fie că este melodioasa dumneavoastră voce – dintr-un loc în altul. Dacă ați avea libertatea de a decide și ați dispune de un buget nelimitat, nu ar mai exista nici o problemă. Ați putea construi cel mai mare emițător de pe glob și cu ajutorul acestuia ați putea transmite semnale până în cele mai îndepărtate colțuri ale universului. Însă bugetele de care dispunem nu sunt nelimitate. Și nici nu avem acces liber la căile de comunicație. Aceste resurse limitate ar trebui să fie împărțite în șase miliarde de canale pentru a asigura acces tuturor locuitorilor globului.

Problema principală poate fi sesizată și într-o conversație obișnuită. Dacă toți cei prezenți la discuție ar vorbi în același timp, nu s-ar înțelege nimic. Similar, dacă toți utilizatorii ar încerca să trimită date în același timp, fără să îi intereseze că și alții încearcă același lucru, nici o informație nu ar ajunge la destinație din cauza interferențelor apărute.

Pentru păstrarea unei discipline de lucru, comunicațiile sunt limitate la anumite canale. Exemplul tipic de canale de comunicații îl constituie cele utilizate de posturile de televiziune. Și convorbirile telefonice pe care le efectuați au loc pe canale separate.

Problema o constituie faptul că spațiul unui canal nu este nelimitat. Pentru a păstra comunicațiile cât mai economice, companiile telefonice (pentru a da un exemplu) restrâng cu severitate dimensiunea și capacitatea de transport a fiecărui canal, astfel încât să se poată realiza comprimarea în mai multe canale individuale.

Unda modulatoare care este adăugată la unda purtătoare conține informații care se modifică în anumite frecvențe. Sursele obișnuite de semnale analogice (semnalele de muzică sau voce, de exemplu) conțin un mixaj aproape aleator de frecvențe între 20 și 20.000 de hertzi. Cu toate că semnalele digitale au inițial forma de curent continuu, care nu are lățime de bandă, fiecare schimbare în starea digitală a acestor semnale adaugă o componentă de frecvență. Cu cât este mai rapidă schimbarea stării (sau cu cât este introdusă mai multă informație pe canalul digital, caracteristică măsurată cu ajutorul ratei de biți), cu atât semnalul ocupă mai mult din lățimea de bandă. Succesiunile de 0 și 1 din semnalul digital determină frecvența acestuia, iar modularea undei purtătoare cu valoarea semnalului crește intervalul de frecvențe necesar pentru a realiza combinația dintre purtătoare și modulatoare. Cu alte cuvinte, mixarea modulatoarei crește lățimea de bandă necesară purtătoarei; cu cât este adăugată mai multă informație, cu atât crește necesarul de lățime de bandă.

### Limitele canalului

La fel ca un mare artist, modemul este obligat să opereze în limitele mediului de lucru, adică ale canalului telefonic. Aceste limite sunt impuse de sistemul telefonic. În parte, cauza o reprezintă caracteristicile tehnice slabe ale comunicațiilor analogice și ale mediului de comunicații folosit, reprezentat în special de cablurile bifilare torsadate neecranate care asigură legătura între biroul sau casa dumneavoastră și oficiul central al companiei telefonice. În cazul comunicațiilor interurbane, sunteți obligat să respectați o serie de limite arbitrare impuse de compania telefonică la care sunteți abonat. Cele mai multe convorbiri interurbane sunt convertite în semnale digitale în centrala telefonică locală. La fel cum un artist trebuie să învingă obstacolele din mediul în care trăiește,

transformându-și slăbiciunea în putere, modemul trebuie să lupte cu restricțiile impuse de conexiunea telefonică și să folosească această tehnologie învechită în avantajul său.

**Lățimea de bandă a semnalului**

Principala limitare a oricărui canal de comunicații este dată de lățimea sa de bandă; deci această caracteristică este principala restricție pentru viteza modemurilor. Lățimea de bandă reprezintă un interval de frecvențe, specificat de cea mai mică și cea mai mare valoare, frecvențe pe care canalul le poate folosi pentru transmisie sau care sunt prezente în semnal. Este una dintre căile de descriere a cantității maxime de informații care pot fi transmise prin canal. Lățimea de bandă este interpretată diferit de circuitele analogice și digitale. În tehnologia analogică, lățimea de bandă a unui circuit reprezintă diferența dintre frecvențele minimă și cea maximă care pot trece prin canal. Inginerii măsoară lățimea de bandă analogică în kilohertzi sau megahertzi. Într-un circuit digital, lățimea de bandă reprezintă cantitatea de informații care poate trece prin canal. Unitățile de măsură pentru lățimea de bandă digitală sunt biții, kilobiții sau megabiții pe secundă. Valoarea în kilohertzi a lățimii de bandă analogice și valoarea în kilobiți pe secundă a lățimii de bandă digitale pentru același circuit nu trebuie să fie obligatoriu identice și deseori diferă foarte mult.

La utilizarea unui modem, semnalele de date printr-un canal de comunicații sunt analogice. Lățimea de bandă analogică a sistemului restrânge corespunzător capacitatea de transfer al datelor.

Lățimea de bandă a unei simple perechi de fire telefonice scade direct proporțional cu lungimea firelor datorită caracteristicilor fizice ale semnalelor și firelor. Într-o exprimare științifică, capacitatea electrică a firelor atenuează frecvențele înalte.

Cele mai severe limite apar în procesul de conversie digitală din oficiul telefonic central. Cele mai multe companii telefonice folosesc o frecvență de eșantionare de opt kilohertzi și o profunzime de opt biți pentru semnalele digitale interurbane. Numai frecvența de eșantionare limitează lățimea de bandă maximă a conexiunii telefonice la mai puțin de patru kilohertzi. Este exact lățimea de bandă cu care trebuie să lucreze modemurile și proiectanții de modemuri.

**Lățimea de bandă a canalului**

Lățimea de bandă a canalului de comunicații definește limitele în frecvență ale semnalelor pe care le poate transporta. Această caracteristică a canalului poate fi limitată fizic de mediul folosit de canal sau poate fi limitată artificial prin standarde de comunicații. De exemplu, lățimile de bandă ale transmisiilor radio sunt limitate artificial, prin lege, pentru a permite mai multor purtătoare modulate să partajeze undele aeriene fără să apară interferențe între ele.

În canalele de comunicații cablate, lățimea de bandă este limitată deseori chiar de fire. Unele caracteristici fizice ale firelor determină degradarea capacității acestora de a permite transmisii de înaltă frecvență. De exemplu, capacitatea electrică dintre conductoarele unui cablu bifilar degradează semnalele pe măsură ce crește frecvența, ajungându-se până la situația în care un semnal de înaltă frecvență să nu poată traversa mai mult de o porțiune de câțiva centimetri de fir. Chiar și amplificatoarele sau repetoarele, care au rolul de a crește valoarea semnalelor astfel încât să poată fi transportate pe distanțe mai mari, impun deseori limite de transmisie pentru frecvențele foarte joase sau foarte înalte.

Cele mai multe canale telefonice mai au și o limitare artificială a lățimii de bandă, impusă de compania telefonică. Pentru a obține un profit financiar maxim de pe urma cablurilor de transmisiuni, a sistemelor de microunde și a sateliților, companiile telefonice limitează în mod voit lățimea de bandă a semnalelor telefonice. Un alt motiv pentru care lățimea de bandă este limitată este posibilitatea de a suprapune mai multe conversații telefonice diferite prin tehnici de multiplexare, care permit ca o singură pereche de fire să transporte simultan mai multe sute de conversații.

Cu toate că efectele limitării lățimii de bandă sunt evidente (este motivul pentru care telefonul dumneavoastră nu se aude la fel de bine ca sistemul stereo), echipamentele de multiplexare ale companiei telefonice lucrează în general atât de bine, încât dumneavoastră, ca utilizator, nu sesizați toate prelucrările la care sunt supuse semnalele de voce în procesul de comprimare.

**Limitările lățimii de bandă**

Una dintre consecințele manipulării semnalelor de către companiile telefonice este o limitare severă a lățimii de bandă pentru canalele telefonice obișnuite. În loc să beneficieze de intervalul complet de frecvențe al unui sistem stereo de bună calitate (de la 20 la 20.000 de hertzi), un canal telefonic va permite trecerea liberă doar pentru frecvențele cuprinse între 300 și 3.000 de hertzi. Această lățime de bandă foarte îngustă este suficientă pentru telefoane, deoarece frecvențele situate sub 300 de hertzi conțin cea mai mare parte din puterea vocii umane, însă doar puțin din inteligibilitate. Frecvențele cu valori mai mari de 3.000 de hertzi permit o accentuare mai bună a sunetului, însă nu îmbunătățesc foarte mult inteligibilitatea.

Cu toate că în cele mai multe situații inteligibilitatea este obiectivul principal urmărit în comunicațiile de voce, transferul de date este orientat în principal pe lățimea de bandă. Lățimea de bandă relativ îngustă a unui canal telefonic standard limitează lățimea de bandă a semnalului modulat pe care îl transportă, limitând de fapt cantitatea de informații digitale care poate fi comprimată la un moment dat de un modem pe o linie telefonică.

Dacă faceți câteva calcule aritmetice simple, vă veți da seama imediat de restricțiile dure impuse semnalelor emise de un modem. Un canal telefonic dispune în mod obișnuit de o lățime de bandă utilă de aproximativ 2.700 Hz (de la 300 la 3.000 Hz). Pentru cele mai multe canale, o undă purtătoare situată exact în centrul canalului telefonic, la 1.650 Hz, încadrată de două benzi laterale, poate transporta date care variază cu o rată ce nu depășește 1.650 Hz. Un astfel de semnal poate umple toată lățimea de bandă a unui canal telefonic fără a permite existența nici unei margini de siguranță.

**Benzile de siguranță**

O conexiune obișnuită folosită în comunicații este asemănătoare unei străzi cu două sensuri de circulație; de aceea, cele mai multe modemuri sunt prevăzute prin construcție cu două canale, câte unul pentru fiecare direcție. Plasarea a două canale pe o singură linie telefonică presupune mai mult decât reducerea la jumătate a lățimii de bandă disponibile fiecărui canal. Cele două canale sunt separate de o *bandă de siguranță (guard band)*, formată din mai multe frecvențe nefolosite, care izolează canalele active și împiedică apariția interferențelor între purtătoarele diferite ale canalelor. Marginea de siguranță este tot o zonă de protecție între undele purtătoare și limita variabilă a lățimii de bandă.

După ce adăugați necesarul pentru cele două canale de comunicații și pentru benzile de siguranță, limita efectivă a lățimii de bandă pentru comunicația între modemuri pe canale telefonice reale, care în mod normal are o lățime de bandă de 2.700 Hz, ajunge la aproximativ 2.400 Hz. Această valoare înseamnă câte 1.200 Hz pentru fiecare dintre cele

două canale duplex. Transmiterea a cât mai multe informații prin această lățime de bandă limitată este o provocare atât pentru inventivitatea proiectanților de modemuri, cât și pentru standardele de modemuri în alegerea celei mai bune metode posibile de modulare.

**Limita lui Shannon**

Din fericire, modemul dumneavoastră poate folosi tehnologii de modulare mult mai eficiente decât această schemă simplă. Însă modemul se confruntă și cu o altă limită în ceea ce privește cantitatea de date pe care o poate comprima pe o linie telefonică analogică. Această ultimă limitare combină efectele lățimii de bandă a canalului și nivelul de zgomot din canal. Cu cât zgomotul este mai puternic, cu atât este mai mare riscul de a fi confundat cu informația utilă. Rata maximă teoretică de date pentru un canal de comunicație este numită *limita lui Shannon.* Această lege fundamentală din domeniul comunicațiilor de date stabilește că numărul maxim de biți digitali care pot fi transmiși pe o anumită cale de comunicație în interval de o secundă poate fi determinat cu ajutorul lățimii de bandă (W) și al raportului dintre semnal și zgomot (S/N, exprimat în decibeli) prin următoarea formulă:

Rata maximă de date = W log(1 + S/N)

Convertoarele analogic-digitale utilizate în oficiile centrale ale companiilor telefonice au și ele o contribuție la creșterea zgomotului care limitează lățimea de bandă a modemului. În procesul de creare a semnalului digital prin modularea în cod a impulsurilor (PCM), aceste convertoare introduc o *distorsiune de cuantificare (quantization distortion)*, care produce un raport efectiv semnal/zgomot de aproximativ 36 dB. Distorsiunea de cuantificare rezultă din incapacitatea unui sistem digital cu un număr discret de niveluri (sau valori) de tensiune (256 în cazul convertoarelor analogic-digitale utilizate de companiile telefonice) de a reprezenta cu exactitate un semnal analogic (care poate avea un număr infinit de niveluri). La acest nivel de zgomot, limita lui Shannon pentru modemurile analogice se apropie de valoarea de 33,6 Kbps, pe care o pot atinge cele mai rapide produse din zilele noastre. Sistemele V.90 evită limita lui Shannon și ajung la viteze de 56 Kbps prin realizarea corespondenței dintre cele 256 de niveluri de modulare în amplitudine cu cele 256 de niveluri din convertoarele analogic-digitale ale companiilor telefonice; astfel este evitată problema distorsiunii de cuantificare.

**Benzile laterale**

În cele mai simple sisteme de modulare, o purtătoare modulată are nevoie de o lățime de bandă dublă față de semnalul de modulare. Cu toate că pare puțin ciudată dublarea intervalului, acesta este rezultatul direct al combinării semnalelor. Purtătoarea și modulatoarea se combină și formează așa-numitele *benzi laterale (sidebands)*. Există două benzi laterale. Una corespunde sumei dintre frecvența modulatoarei și frecvența purtătoarei. Cealaltă are valoarea diferenței dintre frecvența purtătoarei și frecvența modulatoarei (modulatoarea este scăzută din purtătoare). Suma mai este cunoscută sub numele de bandă laterală superioară, în timp ce rezultatul scăderii poartă numele de bandă laterală inferioară.

Deoarece aceste benzi laterale superioară și inferioară sunt de obicei redundante (conțin exact aceeași informație), una dintre ele poate fi eliminată fără a exista riscul de a pierde informații, în scopul reducerii lățimii de bandă a purtătoarei modulate la cea a modulatoarei. (Această formă de economisire a lățimii de bandă, denumită modulare cu o singură bandă laterală, este folosită de obicei în difuzare pentru a introduce mai multe semnale într-un spectru limitat de unde radio.). În Figura 22.7 este reprezentată grafic relația dintre unda purtătoare și benzile laterale.

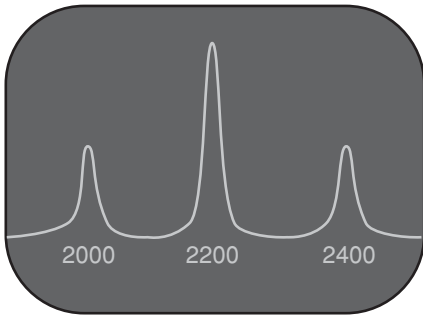



**FIGURA 22.7**
*Afișarea undei purtătoare, a benzii laterale superioare și a benzii laterale inferioare.*

Chiar și în cazul reducerii benzilor laterale, problema fundamentală rămâne aceeași: pentru a păstra o informație, orice semnal modulat are nevoie de un interval finit de frecvențe. Limitele acestui interval de frecvențe definesc lățimea de bandă necesară semnalului modulat.

Cea mai mare parte dintre aceste tehnologii se bazează pe puterea procesoarelor de semnale digitale (Digital Signal Processors) pentru a prelua avantajele oferite de tehnologiile mai noi, cum sunt sondarea liniei (line probing), codificarea de tip spalier multidimensională, modificarea formei semnalului (signal shaping) și optimizarea protocolului (protocol spoofing).

*Sondarea liniei* permite unei perechi de modemuri să determine metoda optimă de transfer pentru o conexiune telefonică dată. Cele două modemuri trimit o secvență de semnale într-un sens și în celălalt pentru a determina limitele conexiunii și a stabili rata maximă de modulare, cea mai bună frecvență pentru purtătoare și tehnica de codificare care oferă cele mai bune performanțe.

*Codificarea de tip spalier multidimensională* este o metodă prin care semnalele emise de modemuri sunt făcute să fie mai rezistente la erorile cauzate de zgomotul conexiunii telefonice prin selectarea atentă a valorilor modulatoarei atribuite codului transmis.

*Modificarea formei semnalului* îmbunătățește raportul semnal/zgomot al conexiunii modemului prin modificarea puterii semnalului în anumite condiții. Valorile frecvente ale semnalului sunt transmise la o putere mai mare, în timp ce valorile mai rare sunt transmise la o putere mai mică.

*Optimizarea protocolului* elimină componentele redundante ale protocoalelor de transfer de date, astfel încât este redusă cantitatea de date care trebuie transferate. De fapt, are loc o comprimare a protocolului în vederea creșterii vitezei de transmisie, foarte asemănătoare modului în care comprimarea datelor accelerează transferul datelor. La capătul celălalt al legăturii, protocolul este reconstruit complet înainte de a se trece la următoarele etape de prelucrare.

**Modul de operare asincron**

La viteze mai mici, cele mai multe modemuri sunt proiectate să opereze în mod asincron. Aceasta înseamnă că sincronizarea unuia dintre semnalele modemului nu este importantă cât timp rămâne între limitele stabilite. Mult mai important este modelul din biți transmis. Acest model este autodefinit. Fiecare cadru de caractere memorează suficiente date, nu numai pentru a identifica informațiile conținute, ci și pentru a-și defini începutul și sfârșitul.

În mod normal, perioada de timp la care apare un impuls în raport de frecvența ceasului de sistem al unui calculator determină semnificația unui bit dintr-un semnal digital, iar pentru ca operațiile să se desfășoare corect, impulsurile trebuie să fie sincronizate cu ceasul. În transmisiunile asincrone, impulsurile digitale nu sunt legate de ceasul de sistem al fiecărui calculator. Semnificația fiecărui bit dintr-un cuvânt digital este definită prin poziția în raport cu bitul de start, care este definit foarte clar (și fără ambiguitate).

Într-un șir asincron, bitul de start este urmat de șapte sau opt biți de date, un bit de paritate opțional pentru detectarea erorilor și unul sau doi biți de stop care definesc sfârșitul cadrului (vezi și Capitolul 20, „Porturile periferice“). Deoarece cuvintele semnalului asincron sunt sincronizate individual, ele nu depind de nici o relație de timp în afară de cele definite intern.

**Modul de operare sincron**

Când viteza este principalul obiectiv urmărit (și în majoritatea situațiilor este), comunicațiile asincrone sunt neeconomice. Biții de start și de stop consumă timp care ar putea fi dedicat transmiterii mai multor biți de date. Ca urmare, standardele și protocoalele de transmisie pentru modemurile de mare viteză, ca și cele mai multe modemuri pe linii închiriate, elimină mulți dintre biții suplimentari folosiți în comunicațiile asincrone utilizând transmisii sincrone. În această metodă de transmitere a datelor pe linii telefonice, cele două capete ale canalului de comunicație partajează o bază de timp comună, iar modemurile operează continuu la aproximativ aceeași frecvență, fiind menținute într-o relație corectă de fază de circuite care monitorizează conexiunea și corectează condițiile circuitului.

În transmisiile sincrone, sincronizarea independentă a fiecărui bit este vitală, însă nu mai este necesară prezența biților de start și de stop pentru cadre, ceea ce face ca această formă de comunicație să fie mai rapidă cu doi sau trei biți transferați pe octet.

**Modul duplex**

Comunicațiile se presupun a fi bidirecționale. Informația trebuie să circule în ambele direcții. Dumneavoastră ar trebui să obțineți informații de la persoanele cu care dialogați, iar ceilalți trebuie să le obțină de la dumneavoastră. Chiar dacă neglijați potențialul succes al unei astfel de comunicații în două direcții, unul din efecte este incontestabil: reduce lățimea de bandă utilizabilă a canalului de comunicații de date într-o direcție la jumătate, deoarece datele care circulă în sens opus au nevoie de propria lor porțiune din lățimea de bandă.

În cazul modemurilor, un astfel de schimb simultan de informații în două sensuri se numește comunicație duplex. Adesea mai este numită și duplex integral (full duplex). Un modem duplex integral este capabil să opereze simultan cu două semnale, care de obicei (dar nu obligatoriu) circulă în direcții opuse, astfel încât se poate spune că modemul transmite și recepționează informații în același timp. Modemurile duplex folosesc două purtătoare pentru a transmite și a recepționa simultan date; fiecare purtătoare folosește jumătate din lățimea de bandă disponibilă pentru ea și pentru modulatoarea corespunzătoare.

**Modul semiduplex**

Celălalt mod de lucru pentru comunicația duplex se numește *semiduplex (half duplex)*. Într-o transmisie semiduplex este folosit un singur semnal. Pentru a purta o conversație în două sensuri, un modem trebuie să utilizeze alternativ semnalele de recepție și transmisie. Transmisia semiduplex permite utilizarea unui interval mai mare din lățimea de bandă a canalului de comunicație, însă încetinește comunicația de date, deoarece deseori un modem trebuie să comute între modurile de transmisie și recepție după fiecare bloc de date care circulă prin canal.

**Modul ecoplex**

Termenul duplex este utilizat deseori cu sens eronat de unele programe de comunicații pentru PC-uri pentru a descrie modul de operare *ecoplex*. În modul ecoplex, un modem trimite un caracter pe linia telefonică, iar modemul situat la celălalt capăt al conexiunii

returnează același caracter, ca un ecou. Caracterul transmis în ecou este afișat pe terminalul care l-a transmis inițial, ca o confirmare a faptului că a fost transmis corect. Când nu lucrează în modul ecoplex, calculatorul gazdă scrie de obicei caracterul transmis direct pe ecranul monitorului. Deși un modem duplex generează foarte ușor semnale ecoplex, cei doi termeni nu au același înțeles.

În programele de comunicații mai vechi, modul ecoplex era un parametru important de configurare. Unele programe de terminal foloseau modul ecoplex al modemului pentru a afișa pe ecran ceea ce scriați la tastatură. Dacă anulați modul ecoplex, nu puteați vedea ceea ce ați introdus. Pe de altă parte, alte programe de terminal afișau fiecare caracter care intra în modem, iar prin comutarea în modul ecoplex erau dublate pe ecran toate literele tastate, ccaamm aașșaa. Browserele Web nu vă mai obligă să selectați această opțiune de lucru. De fapt, cele mai multe dintre ele lucrează fără modul ecoplex.

**Modemurile cu comutare**

Pentru a plasa mai multe semnale pe o linie telefonică, unele modemuri încearcă să emuleze modul de operare duplex integral, deși în realitate operează în modul semiduplex. Modemurile cu comutare (switching modems) sunt modemuri semiduplex care inversează sensul semnalului la fiecare capăt al liniei ca răspuns la cerința de a transmite date. Acest mod de operare poate simula modul duplex integral cea mai mare parte a timpului în care comunicația se desfășoară într-o singură direcție. Dumneavoastră introduceți comenzi într-un sistem cu acces de la distanță, și numai după ce comenzile sunt recepționate corect sistemul situat la distanță răspunde cu informațiile de care aveți nevoie. Cât timp unul dintre capetele conexiunii transmite date, mai mult ca sigur celălalt rămâne neutilizat.

Avantajul constă în faptul că modemurile cu comutare sunt capabile să obțină o viteză de transfer dublă fără nici o modificare suplimentară a modulatoarei. Însă procesul de comutare este el însuși consumator de timp și presupune inevitabil o întârziere, deoarece modemurile trebuie să se anunțe unul pe celălalt când efectuează o comutare. Deoarece întârzierile în transmisiile pe liniile interurbane ajung deseori la valori de ordinul unor procente semnificative dintr-o secundă (cele mai multe conexiuni includ cel puțin un traseu până la un satelit și înapoi, adică un drum de cel puțin 80.000 de kilometri, care durează un sfert de secundă chiar și atunci când este parcurs cu viteza luminii), procesul de comutare poate ocupa mult din timpul de transmisie.

Cele mai multe protocoale software pentru modemuri solicită o confirmare pentru fiecare bloc de date transmise, ceea ce înseamnă că modemul trebuie să comute de două ori pentru fiecare bloc de date. Cu cât dimensiunea blocului este mai redusă, cu atât sunt mai dese comutările. Un singur drum până la un satelit poate limita un modem cu comutare care are o rată de biți foarte mare și folosește un protocol pe blocuri de 128 de octeți la o viteză de 1.024 de biți pe secundă (la o frecvență de două comutări pe secundă).

**Modemurile asimetrice**

Din cauza acestei slăbiciuni a modemurilor cu comutare, au fost construite *modemurile asimetrice*, care elimină așteptarea prin păstrarea unei forme de comunicație duplex pe două căi, dar optimizând viteza pe una dintre direcții. Aceste modemuri obțin un canal de viteză mai mică și un canal de viteză mai mare împărțind inegal lățimea totală de bandă a canalului modemului.

Primele modele de modemuri asimetrice erau capabile să comute sensul canalului de comunicație de mare viteză, aplicând algoritmi pentru determinarea celui mai bun canal. Tehnologiile asimetrice moderne folosesc un algoritm mai simplu; fiind proiectate

special pentru comunicațiile prin Internet, aceste tehnici presupun că aveți nevoie de o rată de date mai mare în aval (către dumneavoastră) decât la transmiterea în amonte (către server). Acest model este eficient, deoarece majoritatea utilizatorilor descarcă blocuri mari de date din Internet (de obicei pagini Web pline de imagini grafice) și nu trimit decât câteva comenzi înapoi, către serverul Web.

Ultimele modele de modemuri V.90 operează în mod asimetric atunci când ating vitezele maxime de transfer. Modemurile prin cablu (cable modems) și conexiunile la Internet realizate prin satelit folosesc tot o variantă de tehnologie asimetrică pentru modemuri. Aceste sisteme vă oferă în mod obișnuit o legătură descendentă cu o lățime de bandă largă de la satelit sau de la rețeaua prin cablu pentru a vă permite răsfoirea rapidă a paginilor, însă transmit comenzile dumneavoastră către rețea printr-o legătură telefonică pe un canal redus – o legătură printr-un modem convențional.

## Tehnologii de îmbunătățire a conexiunilor

Pentru a obține performanțe optime de la modemul dumneavoastră, trebuie să asigurați cea mai bună corespondență între acesta și conexiunea pe care o face cu modemul situat la distanță (cu care doriți să comunicați). Cu toate că nu aveți nici un control asupra operației de rutare pe care compania telefonică locală și cea care asigură convorbirile interurbane o aplică unui apel (și nici măcar asupra menținerii neschimbate a conexiunii în timpul unui apel), un modem poate lucra la cel mai ridicat nivel de performanță permis de condițiile existente la un moment dat. Folosind compensarea de linie, modemul poate corecta anumite probleme specifice conexiunii. Regresul (fallback) ajută modemul să folosească la maxim o conexiune substandard sau o conexiune care își pierde calitatea în timpul operației de conectare a modemului. Comprimarea datelor ajută modemul să transporte mai multe informații printr-o conexiune, în timp ce corectarea erorilor rezolvă unele probleme de transfer care ar putea genera mici greșeli în transmisie.

### Compensarea de linie

Chiar dacă urechea dumneavoastră nu sesizează nimic, caracteristicile electrice ale unei conexiuni telefonice interurbane variază în fiecare moment. Orice, de la o legănare a cablurilor telefonice în bătaia vântului și până la rerutarea automată de către compania telefonică a apelului prin Bangkok când circuitele directe sunt ocupate, poate modifica amplitudinea, frecvența și răspunsul în fază al circuitului. Modemul are două lucruri de făcut: să nu ia în seamă astfel de modificări ale datelor și să mențină calitatea liniei la un standard destul de ridicat pentru a suporta transmisiuni de mare viteză.

În standardele moderne de comunicații, modemurile compensează variațiile de pe liniile telefonice prin egalizarea liniei telefonice. Aceasta înseamnă că cele două modemuri schimbă între ele tonuri la frecvențe diferite și observă cum se comportă intensitatea și faza semnalului în funcție de modificarea frecvenței. Modemurile își modifică apoi semnalele pentru a trece la un comportament exact opus, în scopul anulării variațiilor apărute pe linia telefonică. Modemurile compensează deficiențele liniei telefonice pentru a face semnalele să se comporte așa cum s-ar comporta în absența acestor probleme. Dacă, de exemplu, modemurile observă că frecvențele înalte sunt prea slabe pe linia telefonică, ele vor compensa această problemă prin amplificarea semnalelor respective înainte de a le trimite pe linie.

Modemurile moderne aplică și o anulare a ecourilor, pentru a elimina returnarea propriilor semnale de la celălalt capăt al liniei telefonice. Pentru a realiza acest mod de lucru, un modem trimite un ton pe linie și așteaptă returnarea acestuia. După ce determină durata întârzierii până la apariția semnalului de retur și intensitatea acestuia,

modemul poate compensa apariția ecoului prin generarea semnalului opus și mixarea acestuia în fluxul de date pe care îl primește.

**Regresul**

Cele mai multe modemuri folosesc pentru comunicațiile duplex maxim două purtătoare. Aceste purtătoare sunt de obicei modulate, astfel încât să utilizeze toată lățimea de bandă disponibilă. Însă, uneori, calitatea liniei telefonice nu este suficientă pentru a permite comunicații fiabile pe întreaga lățime de bandă așteptată de modem, chiar și în situația aplicării compensării de linie. În astfel de cazuri, cele mai multe modemuri de mare viteză încorporează caracteristica de regres (fallback). În cazul în care modemurile nu pot opera la viteza maximă pe care o pot folosi, ele încearcă să comunice la viteze mai mici, care sunt mai puțin riscante în raport cu calitatea liniei telefonice. De exemplu, o pereche de modemuri încearcă să se conecteze inițial la 9.600 bps și nu reușesc. După acest test, modemurile ar putea încerca să se conecteze la viteza de 4.800, apoi la 2.400 și așa mai departe, până când este stabilită o comunicație sigură.

După regres, cele mai multe modemuri rămân la vitezele mai mici, care asigură funcționarea normală. Însă există și modemuri care verifică periodic starea conexiunii telefonice pentru a determina orice deteriorare sau îmbunătățire apărută între timp. Dacă linia își îmbunătățește calitatea, modemurile pot reveni la o viteză mai mare de conexiune.

**Modemurile cu mai multe purtătoare**

Deși cele mai multe modemuri se bazează pe o formă de modulare relativ complexă, cu una sau două purtătoare, pentru a obține o viteză ridicată, există și modemuri cu mai multe purtătoare, o soluție pe care standardele moderne au transformat-o în amintire. Acest tip de modem aplica o modulare relativ simplă pe mai multe semnale de purtătoare simultane. Unul dintre cele mai mari avantaje ale acestui sistem se manifestă în situațiile în care calitatea conexiunii telefonice se deteriorează. În loc să coboare la următoarea viteză posibilă de comunicație, care în general presupune înjumătățirea vitezei curente de transfer, modemurile cu mai multe purtătoare renunță să mai folosească purtătoarele din regiunile dubioase ale lățimii de bandă. În această situație, viteza de comunicație poate să scadă doar cu un mic procent. (Desigur, în unele situații poate scădea la fel ca la un modem normal cu regres.)

**Comprimarea datelor**

Deși nu există nici o metodă de creștere a numărului de biți care pot circula printr-o linie telefonică peste capacitatea canalului de comunicație, posibilitățile de prelucrare a informațiilor pe care le are modemul pot fi îmbunătățite prin creșterea consistenței informației conținute de fiecare bit în parte. Mulți biți trimiși prin canalele de telecomunicație sunt inutili sau redundanți; ei conțin informații suplimentare. Prin eliminarea acestor biți lipsiți de valoare, crește conținutul în informație efectivă al unui flux de date, iar fiecare bit devine mai semnificativ. Acest proces de reducere a numărului de biți este numit comprimarea datelor.

Eficacitatea comprimării variază în funcție de tipul de date transmise. Una dintre cele mai răspândite scheme de comprimare a datelor codifică doar datele care se repetă. Opt apariții identice ale aceluiași octet pot fi codificate în numai doi octeți, dintre care primul semnifică valoarea, iar al doilea numărul de repetiții. Această formă de comprimare este foarte eficientă în cazul imaginilor grafice, care conțin în general multe blocuri identice de pixeli. Alte metode de comprimare se bazează pe reducerea numărului de biți de start, de stop și de paritate.

La un moment dat, mulți producători de modemuri foloseau metode proprii de comprimare a datelor, astfel că, pentru a obține o creștere a randamentului potențial, aveați nevoie de două modemuri care să se înțeleagă. Situația s-a schimbat între timp; astăzi, cele mai multe modemuri respectă standardele internaționale de comprimare, astfel că, teoretic vorbind, oricare două modemuri care folosesc aceleași standarde pot comunica unul cu celălalt la viteze corespunzătoare datelor comprimate.

Aceste modemuri evoluate efectuează comprimarea datelor din mers, în circuitele proprii, în timp ce dumneavoastră transmiteți datele. Există și varianta ca dumneavoastră să efectuați o precomprimare a datelor înainte de transmiterea prin modem. Fiind un fel de produs semipreparat (de genul supei la plic), precomprimarea (cunoscută și sub numele de comprimare de fișiere) elimină componentele care nu sunt necesare sau sunt redundante într-un fișier, permițând ca informațiile de bază conținute de acesta să fie stocate și reconstituite cu ușurință atunci când este nevoie de ele. Folosind această metodă, beneficiați de două avantaje: fișierele transmise și recepționate au nevoie de mai puțin spațiu de stocare, deoarece sunt comprimate, iar portul serial operează la o viteză mai mică pentru o capacitate de transfer dată.

Rețineți că, după comprimarea unui fișier, de obicei acesta nu mai poate fi comprimat încă o dată. De aceea, modemurile care aplică din mers standardele de comprimare nu pot crește viteza de transfer al fișierelor precomprimate. De fapt, prin utilizarea unui sistem de comprimare a datelor din mers (MNP5), poate crește timpul de transmisie pentru fișierele comprimate în comparație cu modemurile care nu folosesc nici o metodă de comprimare a datelor.

**Verificarea apariției erorilor și corectarea erorilor**

Deoarece toate modemurile de mare viteză operează foarte aproape de limitele canalului telefonic, ele sunt mult mai sensibile la erorile de date. Pentru a depăși astfel de probleme, aproape toate modemurile de mare viteză includ propriile metode de verificare a apariției erorilor (care detectează numai erorile de transmisie) și de corectare a erorilor (care detectează erorile datelor și le corectează înainte ca acestea să ajungă în PC). Aceste sisteme de detectare și corectare a erorilor lucrează la fel ca protocoalele de comunicații, prin gruparea octeților în blocuri și transmiterea periodică a unor informații de verificare ciclică prin redundanță. Sistemele de verificare a apariției erorilor și de corectare a erorilor se deosebesc de protocoalele folosite de programele software de comunicații prin faptul că sunt implementate direct în hardware în loc să fie incluse în programele software. Aceasta înseamnă că nu vor bloca PC-ul în cazul în care vor suprasolicita porturile seriale.

De asemenea, de aici mai rezultă o concluzie: protocoalele software de comunicații sunt redundante și consumă timpul inutil. La fel ca în cazul modemurilor cu comutare, utilizarea unui protocol software de comunicații poate fi chiar dăunătoare pentru multe modemuri de mare viteză, deoarece reduce rata de transfer. Majoritatea producătorilor de modemuri care folosesc metode încorporate de verificare a apariției erorilor recomandă să nu fie utilizate astfel de protocoale software.

Toate sistemele de verificare a apariției erorilor și de corectare a erorilor pentru modemuri cer ca aparatele de la cele două capete ale conexiunii să folosească același protocol de tratare a erorilor. Pentru ca modemurile să se înțeleagă între ele, au fost dezvoltate mai multe standarde. În prezent, cele mai răspândite sunt MNP4 și V.42. S-ar putea să întâlniți și abrevierile LAPB și LAPM, care descriu metode de tratare a erorilor.

LAPB este abrevierea expresiei Link Access Procedure, Balanced, un protocol de corectare a erorilor proiectat special pentru serviciile cu comutare de pachete de tip X.25,

cum sunt Telebit și Tymnet. Unii producători de modemuri de mare viteză au adaptat acest standard la produsele lor înainte chiar de acceptarea standardului V.42 (care va fi descris într-o altă secțiune a capitolului). De exemplu, modelul Hayes Smartmodem 9600 fabricat de Hayes Microcomputer Products include facilități LAPB de control al erorilor.

LAPM este abrevierea expresiei Link Access Procedure for Modems și este protocolul de corectare a erorilor folosit de standardul CCITT V.42, descris într-o altă secțiune.

### Combinarea vocii și a datelor

Dacă nu aveți decât o singură linie telefonică, veți avea probleme în cazul în care vreți să vorbiți în timp ce transferați date. Mai demult, soluția era comutarea. Trimiteați un mesaj către persoana de la celălalt capăt al conexiunii, de genul „Go voice“ (Treci pe voce), ridicați receptorul aparatului telefonic și cereați modemului să comute în modul de comandă, astfel încât puteați conversa fără să vă deranjeze zumzetul său constant.

La începutul anilor ‘90, mai mulți producători au dezvoltat mijloace de combinare a datelor și a vocii pe o singură linie telefonică utilizând componente hardware speciale pentru modemuri. Trei tehnologii – VoiceView, VoiceSpan și DSVD – au concurat pentru cucerirea pieții.

Tehnologia Internet a făcut ca toate cele trei metode să rămână neimportante. În loc să combine datele și vocea în hardware-ul modemului, soluția modernă este de a le combina în PC folosind programe software. PC-ul capturează vocea cu ajutorul unui microfon și o digitizează. Programele software Web plasează informațiile despre voce în pachete care sunt transmise la un modem obișnuit, la fel ca pachetele de date. La celălalt capăt al conexiunii, PC-ul receptor convertește pachetele de voce în semnale audio care pot fi redate cu ajutorul difuzoarelor calculatorului. Pentru conexiunea prin modem nu contează dacă sunt transferate pachete de date sau informații audio digitizate.

## Hardware-ul modemului

Un modem este un convertor de semnal care realizează comunicația între un calculator și rețeaua telefonică. Un modem modern pentru PC conține cinci elemente – circuitele interfeței de legătură cu PC-ul gazdă, circuitele care pregătesc datele pentru transmisie prin atașarea biților corespunzători de start, de stop și de paritate, modulatorul, care face modemul compatibil cu linia telefonică, o interfață cu utilizatorul, care vă oferă posibilitatea de a comanda modul de operare al modemului și interfața cu linia, alături de modul de prezentare, care dă modemului aspectul fizic.

### Interfața cu calculatorul personal

Pentru ca un modem să funcționeze împreună cu PC-ul dumneavoastră, are nevoie de mijloace de conectare la circuitele logice ale PC-ului. În trecut, toate modemurile foloseau pentru legarea la PC un port serial standard sau îmbunătățit. Acum, datorită faptului că portul serial standard are o rată maximă de date prea mică pentru a permite lucrul cu cele mai rapide modemuri din prezent – limita portului serial este de 115.200 de biți pe secundă, în timp ce unele modemuri pot transfera datele la o viteză dublă – producătorii de modemuri au realizat modemuri care se pot lega la interfața paralelă.

Toate modemurile, indiferent dacă sunt instalate în exteriorul PC-ului, în unul dintre sloturile de extensie sau într-un slot PCMCIA, folosesc un port de comunicații, serial sau paralel. În cazul unui modem intern PC-ului, portul este încapsulat în circuitele modemului, interfața devenind în acest caz magistrala de extensie a PC-ului.

În cazul unui modem extern, este evidentă necesitatea existenței unei interfețe (și utilizarea unui port). Trebuie să legați fizic modemul la un port serial, paralel sau USB din PC. Pentru aceasta, introduceți în jackul portului conectorul unui cablu cuplat deja la modem. Pentru un modem intern, ocuparea portului este mai puțin evidentă. S-ar putea chiar să nu observați că modemul a „furat" porturile folosite de interfața sa internă până când nu apare o disfuncționalitate datorată faptului că atât modemul, cât și mouse-ul (sau un alt echipament periferic) încearcă să utilizeze simultan același port.

În cazul modemurilor seriale, această interfață convertește datele paralele din PC-ul dumneavoastră în formatul serial cerut pentru o transmisie pe linia telefonică. Modemurile moderne operează atât de rapid, încât alegerea circuitelor portului serial (în special a circuitului UART) devine critică în obținerea celor mai bune performanțe posibile.

Porturile seriale și paralele încorporate în modemurile interne sunt similare porturilor dedicate de același tip. Pentru a funcționa corect, trebuie să le atribuiți o adresă de intrare/ieșire și o întrerupere. Sistemul Plug-and-Play atribuie aceste valori modemului în timpul procesului de configurare (modemurile mai vechi vă solicitau să selectați acești parametri folosind jumpere sau comutatoare).

În mod normal, nu trebuie să cunoașteți sau să vă intereseze aceste valori. Însă unele programe software de comunicații nu se acomodează perfect cu sistemul Windows. Vi se poate cere să specificați portul utilizat de modem. Această valoare este conținută în foaia de proprietăți Modem Properties. O puteți deschide în Windows executând dublu clic pe pictograma Modem din Control Panel și apoi selectând eticheta Properties.

## Pregătirea datelor

Comunicațiile moderne prin modem solicită ca datele pe care doriți să le trimiteți să fie pregătite corespunzător pentru transmisie. Această pregătire anterioară transmisiei ajută modemul să obțină cea mai mare viteză posibilă de transfer al datelor, prevenind și apariția erorilor.

Cele mai multe standarde pentru modemuri schimbă codul utilizat de fluxul serial de date trimis de interfața PC-ului într-un cod mai eficient; de exemplu, sunt eliminate informațiile de cadre (biții de start și de stop) pentru a obține transferuri sincrone mai rapide. De asemenea, fluxul de date sosit poate fi analizat și comprimat pentru a elimina informațiile redundante. În plus, modemul poate adăuga la fluxul de date coduri de detectare sau de corectare a erorilor.

La destinatar, modemul trebuie să analizeze fluxul de date și să efectueze decomprimarea și decodificarea acestuia. Un microcontroller din modem execută aceste funcții pe baza standardului de comunicații pe care l-ați ales pentru utilizare. Dacă selectați un modem după standardele de comunicații pe care le acceptă, nu trebuie să vă faceți probleme cu amănuntele legate de activitatea microcontrollerului.

## Modulatorul

Inima modemului o reprezintă circuitul care convertește informațiile digitale sosite din PC în format analogic. Deoarece acest circuit produce un semnal modulat, este numit *modulator*.

## Interfața cu utilizatorul

Al patrulea element din modem este ceea ce vedeți și simțiți dumneavoastră. Cele mai multe modemuri vă oferă o metodă de monitorizare a ceea ce fac, fie sonoră (cu ajutorul unui mic difuzor), fie vizuală (prin semnale luminoase). Aceste opțiuni nu afectează în nici un fel viteza modemului sau modul de lucru al acestuia, însă fac un modem mai

ușor de utilizat decât altul. Luminile indicatoare sunt utile mai ales în situațiile în care doriți să rezolvați anumite probleme de comunicație.

## Interfața cu linia telefonică

În final, modemul are nevoie de circuite speciale pentru conectarea cu sistemul telefonic. Acest circuit pentru interfața cu linia (în terminologia telefonică, este numit circuit pentru accesul datelor) amplifică semnalele de nivel logic, interne modemului, la un nivel care se potrivește cu cel al serviciului telefonic normal. În același timp, circuitele interfeței cu linia vă protejează modemul și calculatorul de anomaliile periculoase care pot apărea pe linia telefonică (cum ar fi un trăsnet în apropierea acesteia), dar protejează și echipamentele companiei telefonice de evenimente nedorite care pot fi generate de calculator sau modem, de exemplu un impuls trimis de un PC defect.

Din perspectiva dumneavoastră, interfața modemului cu linia este jackul telefonic situat pe panoul din spate. Unele modemuri au două jackuri, care vă permit să realizați o buclă printr-un aparat telefonic standard. Prin convenție, jackul numit „Line“ conectează modemul la linia telefonică; jackul cu eticheta „Phone“ conectează cablul aparatului telefonic.

În timp, acest model de modem cu cinci elemente a suferit puține modificări. Însă circuitele propriu-zise, tehnicile de prelucrare a semnalelor pe care le folosesc și standardele pe care le respectă au evoluat până la nivelul modemurilor moderne, care pot transfera date la vitezele maxime permise de limitele teoretice ale liniilor telefonice.

## Modul de prezentare

*Modemurile interne* sunt conectate într-un slot de extensie din PC. Conectorul din slot asigură toate conexiunile electrice care sunt necesare pentru a lega modemul la PC. Pentru a face modemul să lucreze, nu trebuie să decât să îl conectați la linia telefonică. Modemul intern este alimentat de la sursa PC-ului, deci nu are nevoie de sursă de alimentare proprie. Evident, nu are nevoie nici de o carcasă. Ca urmare, modemul intern este cel mai ieftin la o anumită viteză de transfer. Deoarece modemurile interne sunt conectate direct la o magistrală de extensie a calculatorului, un model de modem nu este compatibil decât cu calculatoarele care folosesc tipul de magistrală pentru care a fost proiectat. Nu puteți introduce un modem intern pentru PC într-un calculator Macintosh sau într-o stație de lucru UNIX. În mod similar, nu puteți să conectați un modem ISA mai vechi într-un port PCI sau un modem PCI într-un slot ISA.

*Modemurile externe* sunt echipamente periferice independente, care primesc semnale de la PC-ul dumneavoastră printr-un port serial sau paralel și se conectează la linia telefonică (printr-un alt cablu). Cele mai multe modemuri de acest tip au nevoie de o sursă de alimentare externă, care în mod obișnuit este un mic transformator conectat la o priză de perete și – printr-un cablu mic și subțire – la modem. Pentru a face un modem să lucreze, este nevoie de un set cu minim trei cabluri. Există două avantaje majore ale modemurilor externe. Acestea pot lucra cu orice calculator, indiferent de arhitectura internă, dacă include tipul corespunzător de port. În plus, modemurile externe au de obicei un panou de indicatoare luminoase care facilitează depanarea. Puteți instala un modem extern printr-o simplă legare cu ajutorul unui cablu. Mutarea modemului la un alt PC nu presupune decât scoaterea cablului din portul primului PC și introducerea acestuia în portul celui de-al doilea PC. Niciodată nu veți fi obligat să deschideți carcasa vreunui PC.

*Modemurile de buzunar (pocket modems)* sunt modemuri externe compacte, proiectate special pentru PC-urile notebook. De obicei, aceste tipuri de modemuri se conectează

direct la un conector de port al PC-ului, eliminând astfel un cablu de interfață. Multe modele nu au nevoie de cablu și nici de sursă de alimentare, alimentându-se cu curent electric de la baterii, de la PC sau chiar de pe linia telefonică.

*Modemurile PC Card* se conectează în sloturile PCMCIA, care se găsesc de obicei în calculatoarele notebook. Ele combină simplitatea modemurilor interne, care nu au nevoie de cabluri, cu interschimbabilitatea modemurilor externe (interfața PCMCIA a fost proiectată pentru a lucra cu o gamă largă de arhitecturi de calculatoare). Limitele slotului PCMCIA forțează modemurile PC Card să fie și mai compacte decât modemurile de buzunar. Această miniaturizare se manifestă mai ales în prețurile ridicate, însă facilitatea de mutare rapidă a unui modem între un calculator desktop și un PC portabil poate compensa costul suplimentar.

Restricțiile slotului PCMCIA împiedică producătorii să plaseze pe modemurile PC Card un jack telefonic modular de dimensiune normală. Pentru a rezolva această problemă, producătorii de modemuri au la îndemână două soluții. Cele mai multe modemuri PC Card folosesc cabluri adaptoare scurte, cu un conector mic la unul din capete (care se introduce în priza modemului) și un jack modular standard la celălalt capăt. Alte tipuri de modemuri PC Card folosesc modelul X-Jack, realizat și patentat de firma MegaHertz Corporation (care face parte în prezent din compania 3Com). Priza X-Jack iese în afara modemului și permite legarea unui cablu telefonic modular de dimensiune normală. Modelul X-Jack este mult mai convenabil, pentru că nu mai sunteți obligat să luați cu dumneavoastră alt adaptor. Pe de altă parte, X-Jack face ca modemul să fie mai vulnerabil la manipularea neglijentă. Dacă scoateți brusc cablul telefonic, acesta poate sparge priza X-Jack și face modemul inutilizabil. Tragerea bruscă a unui cablu adaptor va avea ca rezultat doar ieșirea cablului din mufă sau stricarea cablului. Pe de altă parte, conectoarele cablurilor adaptoare pot suferi deteriorări invizibile, care pot conduce la conexiuni nesigure.

## Indicatoarele

Principala diferență funcțională dintre modemurile externe (inclusiv cele de buzunar) și cele interne (incluzând modelul PC Card) este că primele au indicatoare luminoase, care vă permit monitorizarea modului de operare al modemului și evoluția unui apel telefonic. Modemurile interne, fiind închise în carcasa PC-ului, nu pot oferi astfel de afișaje. Există însă produse software care vă permit simularea indicatoarelor luminoase pe monitor, iar sistemul Windows plasează chiar două astfel de indicatoare pe bara de taskuri. Aceste indicatoare pot fi extrem de utile în depanarea comunicației prin modem și de aceea mulți utilizatori de PC preferă să le aibă la dispoziție (acesta este și motivul pentru care preferă să achiziționeze modemuri externe).

Numărul și funcțiile indicatoarelor modemurilor externe variază de la produs la produs și în raport de filosofia de lucru a producătorului. În mod obișnuit, veți vedea pe panoul de control al unui modem de la patru la opt indicatoare luminoase, așa cum este ilustrat și în Figura 22.8.

Cele mai active și mai utile indicatoare sunt Send Data (Transmitere date) și Receive Data (Recepție date). Aceste leduri pâlpâie ori de câte ori modemul transmite sau recepționează date pe linia telefonică. Ele vă permit să cunoașteți permanent ce se întâmplă în timpul unei sesiuni de comunicații. De exemplu, dacă luminile pâlpâie, dar pe ecranul monitorului nu apare nimic, știți că este vorba de o problemă locală, fie în PC-ul dumneavoastră, fie în programul software, fie la nivelul conexiunii hardware cu modemul. Dacă indicatorul Send Data pâlpâie, dar indicatorul Receive Data rămâne stins, știți că sistemul gazdă situat la distanță nu răspunde.

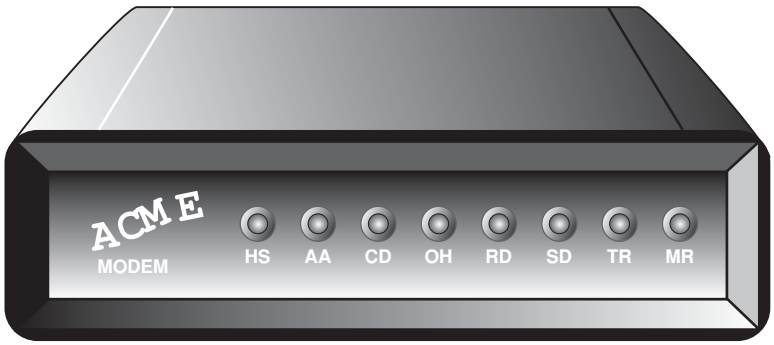



**FIGURA 22.8**
*Indicatoarele obișnuite de pe panoul frontal al unui modem extern.*

Când este aprins, indicatorul Carrier Detect (Detectare purtătoare) indică faptul că modemul dumneavoastră este legat cu un alt modem printr-o conexiune telefonică. Acest indicator vă permite să eliminați problemele de linie în cazul în care modemul dumneavoastră pare să nu primească nici un răspuns. Ledul rămâne aprins întreaga perioadă în care modemul este conectat.

Off-Hook (Ridicare receptor) se aprinde ori de câte ori modemul deschide o conexiune pe linia telefonică. Indicatorul este aprins când modemul inițiază realizarea unei conexiuni și rămâne aprins în timpul apelului, al negocierilor și pe întreaga durată a conexiunii.

Terminal Ready (Terminal pregătit) se aprinde când modemul simte că PC-ul dumneavoastră este pregătit să comunice cu el. Când indicatorul este aprins, sunteți sigur că modemul este conectat la PC și că programul de comunicații a preluat controlul portului serial.

Modem Ready (Modem pregătit) se aprinde ori de câte ori modemul este pregătit de lucru. Acest indicator ar trebui să fie aprins în situațiile în care modemul este alimentat cu curent și nu se află în starea de test.

High Speed (Viteză mare) indică faptul că modemul operează la cea mai mare viteză posibilă. Unele modemuri au indicatoare separate pentru fiecare nivel de viteză la care pot lucra. Altele nu au deloc indicatoare pentru viteză.

Auto Answer (Răspuns automat) se aprinde pentru a sesiza faptul că modemul lucrează în modul de răspuns. Dacă telefonul sună, modemul va răspunde la apel (cel puțin dacă este conectat la linia pe care se face apelul).

În Tabelul 22.2 sunt prezentate denumirile mnemonice folosite uzual pentru indicatoarele modemurilor și funcțiile acestora.

**Tabelul 22.2** Abrevierile și denumirile indicatoarelor modemurilor

| *Denumire mnemonică* | *Denumire în clar* | *Semnificație* |
|---|---|---|
| HS | High Speed | Modemul operează la cea mai mare viteză posibilă |
| AA | Auto Answer | Modemul va răspunde la apelurile telefonice |
| CD | Carrier Detect | Modemul este în contact cu sistemul situat la distanță |
| OH | Off Hook | Modemul activează circuitul telefonic |
| RD | Receive Data | Modemul recepționează date |

| *Denumire mnemonică* | *Denumire în clar* | *Semnificație* |
|---|---|---|
| SD | Send Data | Modemul transmite date |
| TR | Terminal Ready | PC-ul este pregătit să comunice |
| MR | Modem Ready | Modemul este pregătit să comunice |

## Standarde pentru modemurile analogice

Nici oamenii și nici modemurile nu sunt insule; aceștia trebuie să comunice și să își exprime ideile proprii partenerilor de discuții. Un singur modem nu face lumea mai bună. Singura sa funcție este de a transmite date într-o lume analogică necunoscută, vastă, date care nu vor mai fi văzute (sau auzite) niciodată.

Nici achiziția a două modemuri nu rezolvă automat toată treaba. La fel ca oamenii, modemurile trebuie să vorbească același limbaj, pentru ca expresiile unuia să fie înțelese de celălalt. Modularea face parte din limbajul modemului. În plus, modemurile trebuie să fie capabile să înțeleagă metodele de corectare a erorilor și rutinele de comprimare a datelor folosite în comun. Spre deosebire de majoritatea oamenilor, care vorbesc doar una dintr-un milion de limbi și dialecte, fiecare dintre ele având definiții destul de neclare, modemurile sunt mult mai precise în limbajele pe care le folosesc. Ele posedă un echivalent al Academiei Franceze: organizațiile de standarde.

În Statele Unite, primele standarde au fost stabilite cu mult timp în urmă de cea mai puternică forță din domeniul telecomunicațiilor, care era compania telefonică. Mai precis, este vorba de American Telephone and Telegraph Company, Bell System, care a promovat diferitele standarde Bell, dintre care cele mai cunoscute sunt Bell 103 și Bell 212A. După ce Bell System s-a divizat în firma AT&T și cele șapte companii regionale de operare (denumite RBOC, dar cunoscute mai bine ca Baby Bells), în monopolul telefonului au pătruns și alte companii de comunicații la distanțe mari. Pe lângă acestea, și alte națiuni au devenit interesate de domeniul telecomunicațiilor.

Ca prim rezultat al acestor dezvoltări, posibilitatea legală și răspunderea de a stabili standarde a fost acordată unei organizații internaționale de standarde, care face parte din Organizația Națiunilor Unite, International Telecommunications Union (ITU) Telecommunications Standards Sector (Sectorul de standardizare a telecomunicațiilor), numită anterior *Comite Consultatif International Telegraphique et Telephonique* (în engleză, International Telegraph and Telephone Consultative Committee, iar în română, Comitetul consultativ internațional pentru standarde în telegrafie și telefonie). Inițialele denumirii în franceză, CCITT, fac parte din aproape toate numele de standarde de mare viteză folosite de modemurile din zilele noastre, cum ar fi V.22bis, V.32, V.32bis, V.42 și V.42bis.

În paralel cu aceste acțiuni, firma Microcom, care produce modemuri și software de comunicații, a dezvoltat o serie de standarde pentru modemuri care au ca prefix literele MNP, cum ar fi MNP4 și MNP5. Literele provin din abrevierea expresiei Microcom Networking Protocol. Unele modemuri se mândresc cu modurile MNP, însă acestea și-au pierdut din importanță o dată cu apariția standardelor ITU (CCITT).

Este foarte important să aveți în vedere standardele la cumpărarea unui modem, deoarece ele constituie cea mai bună asigurare că un anumit modem se poate conecta cu succes cu orice alt modem din lume. Mai mult decât atât, standardele alese de dumneavoastră vă spun și viteza la care modemul poate transfera date și gradul de

siguranță oferit de acesta în lucru. Tipul de comunicații pe care îl doriți pentru transferul de date determină practic modemul de care aveți nevoie. Dacă nu doriți decât să transmiteți electronic fișiere între birouri, puteți cumpăra două modemuri nestandard și obțineți o viteză de lucru mai mare prin această investiție. Însă dacă doriți să comunicați cu restul lumii, aveți nevoie de un modem care acceptă standardele internaționale. În secțiunile următoare sunt prezentate cele mai folosite standarde pentru modemurile care se pot conecta la PC-uri.

## Standardele Bell

Bell 103 este trecut primul în orice listă de standarde de modemuri, deoarece a fost primul standard adoptat pe scară largă și a rămas standardul la care se apelează ca o ultimă soluție, cel care merge chiar dacă toate celelalte nu pot opera. Acest standard permite transmisii de date la o viteză foarte mică. Bell 103 folosește modularea FSK simplă, fiind singurul standard în care rata în bauzi (viteza la care sunt schimbate semnalele) este egală cu viteza de transfer al datelor.

Bell 212A reprezintă următoarea etapă logică într-o discuție despre standarde, deoarece a fost următorul standard pentru modemuri aplicat pe arie largă în Statele Unite. Acest standard permite o viteză de transfer al datelor de 1200 de biți pe secundă prin adăugarea unei modulări în cvadratură la un semnal de 600 de bauzi modulat în frecvență. Ca urmare, un modem Bell 212A operează la viteza de 600 de bauzi și transferă informațiile la viteza de 1200 de biți pe secundă. Deși la un moment dat standardul Bell 212A a fost cel mai folosit standard de comunicație din America, multe state au interzis folosirea acestuia, preferând în locul său standardul internațional similar, V.22.

## Standardele MNP

Microcom Networking Protocol este de fapt o întreagă ierarhie de standarde, începând cu MNP Clasa 1, un protocol de corectare a erorilor deja depășit, și până la MNP Clasa 10, Adverse Channel Enhancements (îmbunătățiri ale canalelor de calitate scăzută), care este proiectat special pentru creșterea performanțelor transferurilor de date prin conexiuni de calitate scăzută. MNP nu este un standard închis, ci lucrează și cu modemuri care respectă alte standarde. Standardele MNP specifică tehnologiile, nu vitezele. Standardele MNP de la Clasa 2 și până la Clasa 4 includ controlul erorilor și aparțin domeniului public. Standardele de la Clasa 5 la 10 sunt licențiate de firma Microcom și se referă la mai mulți parametri de operare ai modemului.

**MNP Clasa 1** folosește pentru schimbul de date o metodă semiduplex asincronă orientată pe octeți, proiectată pentru a folosi la minimum procesorul din PC-ul care administrează modemul. Inițial, a fost proiectat pentru realizarea de comunicații fără erori între PC-uri din prima generație, care aveau viteză mică și capacitate redusă de stocare. Prin utilizarea standardului MNP Clasa 1, se pierd cam 30 de procente din randamentul unui modem, deci un modem de 2.400 de biți pe secundă care folosește MNP Clasa 1 obține o rată de transfer reală de aproximativ 1.690 bps.

**MNP Clasa 2** beneficiază de avantajul modului de lucru duplex integral pentru schimbul de date. Ca și MNP Clasa 1, a fost proiectat pentru operații asincrone la nivel de octet. MNP Clasa 2 este ceva mai eficient, deoarece reduce cu numai 16 procente randamentul unui modem.

**MNP Clasa 3** îmbunătățește standardul MNP2, pentru că adoptă modul de lucru sincron în locul celui asincron. Ca urmare, nu mai sunt necesari biții de start și de stop pentru fiecare octet în parte, iar informațiile suplimentare asociate transferului

de date sunt reduse cu cel puțin 25 de procente. Deși modemurile MNP3 schimbă sincron datele dintre ele, se conectează la calculatoare tot pe liniile de date asincrone, ceea ce înseamnă că se introduc în porturile seriale RS-232.

**MNP Clasa 4** este la bază un protocol de corectare a erorilor, însă se ocupă și de comprimarea datelor. Acest standard încorporează două inovații. Adaptive Packet Assembly (asamblarea adaptivă a pachetelor) permite modemului să împacheteze datele în blocuri sau pachete care sunt unitar transmise și verificate de erori. Protocolul este adaptiv deoarece dimensiunea fiecărui pachet variază în funcție de calitatea conexiunii. Data Phase Optimization (optimizarea fazelor datelor) elimină biții de control periodici din datele care circulă prin conexiune, în scopul realizării unor transmisii optimizate. Împreună, aceste tehnici pot crește randamentul modemului cu până la 120 de procente la o anumită rată de date. Cu alte cuvinte, un modem de 1.200 de biți pe secundă care folosește MNP4 poate obține o rată de 1.450 de biți pe secundă. Cea mai mare parte dintre modemuri respectă caracteristicile MNP4.

**MNP Clasa 5** este un protocol de comprimare a datelor care compactează anumite tipuri de date într-un format ce permite reducerea timpului de transmisie. MNP5 poate comprima unele date cu un factor care poate ajunge la valoarea 2, dublând astfel viteza de transmisie a datelor. Însă în cazul altor formate de date, cum ar fi fișierele care au fost deja comprimate, standardul MNP5 poate chiar să mărească timpul necesar transmisiei.

**MNP Clasa 6** este proiectat pentru a ajuta modemurile să utilizeze la maxim conexiunile telefonice, independent de metodele de comprimare a datelor. Folosind o tehnică numită Universal Link Negotiation (negocierea unei legături universale), modemurile pot începe să comunice la o viteză mică și apoi, după ce evaluează caracteristicile liniei telefonice și ale fiecărui modem, trec la o viteză mai mare. MNP6 include și tehnica Statistical Duplexing (duplexare statistică), ce permite unui modem semiduplex să simuleze modul de operare duplex integral.

**MNP Clasa 7** implementează un algoritm mai eficient de comprimare a datelor decât MNP5 (codul Huffman), care permite creșteri ale capacității de transfer al datelor cu factori care ajung la valoarea 3 în cazul anumitor date.

**MNP Clasa 9** (nu există MNP Clasa 8) este proiectat pentru a reduce informațiile suplimentare atașate transmisiei, cerute de anumite operații uzuale modemurilor. Dialogul de confirmare al fiecărui pachet de date este raționalizat prin combinarea sa cu următorul pachet de date (nu se mai transmite separat un octet de confirmare). În plus, MNP9 minimizează cantitatea de informații care trebuie retransmise la detectarea unei erori prin indicarea locului unde a apărut eroarea. Deși în alte scheme de corectare a erorilor sunt transmise din nou toate informațiile după detectarea unei erori, un modem MNP9 nu trebuie să retransmită decât datele eronate pentru a corecta eroarea.

**MNP Clasa 10** este un set de specificații Adverse Channel Enhancements, care ajută modemurile să lucreze mai bine când au de-a face cu conexiuni telefonice de slabă calitate. Modemurile care respectă standardul MNP10 fac mai multe încercări pentru stabilirea unei legături de transmisii de date, corectează dimensiunea pachetelor de date transmise în funcție de calitatea conexiunii și modifică viteza de operare la cea mai mare valoare care poate fi menținută sigur. O aplicație practică a acestui standard o constituie comunicațiile prin modemuri celulare (telefoanele mobile).

## Standardele CCITT/ITU

Standardele ITU sunt cele promulgate de organizația International Telecommunications Union, care face parte din Organizația Națiunilor Unite. Aceste standarde sunt utilizate în întreaga lume.

**V.22** este echivalentul CCITT al standardului american Bell 212A. Acest standard oferă o rată de transfer de 1.200 de biți pe secundă la 600 de bauzi. Deși folosește aceeași formă de modulare ca Bell 212A, nu este compatibil cu standardul Bell, deoarece utilizează un protocol diferit pentru configurarea conexiunii. Cu alte cuvinte, deși modemurile Bell 212A și V.22 vorbesc același limbaj, ele sunt incapabile să inițieze o conversație unul cu celălalt. Unele modemuri acceptă ambele standarde și vă permit să comutați între ele în timpul sesiunii de lucru.

**V.22bis** a fost cu adevărat primul standard mondial, fiind adoptat de utilizatori atât în Statele Unite, cât și în Europa. Acest standard permite o rată de transfer de 2.400 de biți pe secundă la 600 de bauzi și folosește tehnica numită modulare de tip spalier, care combină două tipuri simple de modulare, modularea în cvadratură și modularea în amplitudine. Fiecare baud are 16 stări, suficiente pentru a codifica toate modelele posibile din patru biți. Fiecare stare se poate deosebi atât prin relația în fază cu unda purtătoare nemodificată, cât și prin amplitudinea (sau mărimea) în raport cu purtătoarea. În standardul V.22bis există patru faze distincte și patru amplitudini distincte, care, prin multiplicare, asigură cele 16 stări disponibile.

**V.32** este un standard internațional de mare viteză, care permite obținerea unor rate de transfer al datelor de 4.800 și 9.600 de biți pe secundă. La viteză mai mică, acest standard folosește modularea în amplitudine în cvadratură, similar cu Bell 212A, însă la o rată în bauzi mai mare, de 2.400 de bauzi. La 9.600 de biți pe secundă, V.32 folosește modularea de tip spalier, similar cu V.22bis, însă la 2.400 de bauzi și cu o gamă mai mare de faze și amplitudini.

Rețineți că, deși cea mai mare parte dintre faxuri și modemuri operează la 9.600 de biți pe secundă – principala rată de date pentru standardul V.32 – un fax modem de 9.600 bps nu este compatibil obligatoriu cu standardul V.32. Nici nu trebuie să vă așteptați ca un fax modem să comunice cu alte dispozitive V.32.

**V.32bis** extinde performanțele standardului V.32 la 14.400 de biți pe secundă și permite în același timp regresul la vitezele intermediare de 7.200 și 12.000 de biți pe secundă, pe lângă vitezele standard de 4.800 și 9.600 de biți pe secundă specifice lui V.32 (observați că toate aceste viteze sunt multipli ai ratei de bază de 2.400 de bauzi). Vitezele suplimentare de operare permise de V.32bis și pe care V.32 nu le poate asigura sunt generate utilizând diferite game de faze și amplitudini în operația de modulare.

În standardul V.32bis, la viteza de 14.400 de biți pe secundă există 128 de stări potențial diferite fază/amplitudine pentru fiecare baud, destule pentru a codifica șapte biți de date în fiecare baud. Și pentru alte viteze de transfer (inclusiv cele specifice standardului V.32) se folosesc relații similare pentru codificarea datelor. Deoarece sunt grupate împreună foarte multe diferențe de faze și amplitudini, o mică modificare apărută în caracteristicile unei linii telefonice poate simula o modificare de semnal și poate cauza astfel erori de transmisie. Datorită acestui fapt, metodele de detectare și eliminare a unor astfel de erori devin din ce în ce mai importante pe măsură ce viteza de transmisie crește.

**V.34** este denumirea oficială a standardului de mare viteză cunoscut inițial ca V.fast. Sub standardul V.34, așa cum a fost adoptat în iunie 1994, modemurile pot opera la

rate de date de până la 28.800 de biți pe secundă, fără comprimare, pe linii telefonice obișnuite. Recent, standardul a fost modificat pentru a permite operarea la viteza de 33.600 bps. Standardul V.34 permite lucrul și la viteze mai mici de transmisie, de 24.000 și 19.200 de biți pe secundă, și este total compatibil cu standardele V.32 și V.32 bis.

Standardul V.34 cere ca modemurile să se adapteze la condițiile liniei telefonice pentru a folosi cea mai mare lățime de bandă disponibilă. În timp ce modemurile V.32 operează la o lățime de bandă fixă de 2.400 Hz, modemurile V.fast sunt capabile să mărească lățimea de bandă operabilă până la 3.429 Hz (în cazul unei conexiuni perfecte). Modemurile V.34 folosesc tehnici de sondare a liniei pentru a testa fiecare conexiune și apoi aplică pe linie o funcție avansată de egalizare. Pentru a îngloba cât mai multe semnale posibile, modemurile V.34 folosesc codificarea de tip spalier multidimensională și o tehnică de modificare a formei semnalului.

V.34 a fost precedat de două specificații nestandardizate, V.32 terbo și V.FC (sau V.Fast Class), care, deși erau acceptate de diferiți producători de modemuri și de cipuri, nu au fost aprobate formal de ITU. Deoarece tehnologia implementată a permis obținerea unor viteze mai mari înainte ca ITU să poată ajunge la un consens asupra unui standard, aceste cvasistandarde au fost disponibile pe scară largă înainte ca produsele V.34 să apară pe piață.

**V.32 terbo** a apărut în luna iunie 1993, când firma AT&T Microelectronics a introdus pe piață modemuri care operau la 19.200 de biți pe secundă cu ajutorul unei extensii a schemei de modulare V.32. Termenul „terbo" din nume provine dintr-un joc de cuvinte destul de nereușit. În standardele pentru modemuri, „bis" provine de la „al doilea"; în mod similar, „ter" înseamnă „al treilea". Deci „terbo" nu înseamnă practic nimic, dar combină efectele de respectabilitate („ter" de la a treia implementare a standardului V.32) și de viteză („turbo", ca la automobilele de mare performanță, care folosesc turboalimentator). Tehnologia a fost destinată inițial tehnicilor de transmitere a imaginilor grafice pe linii telefonice. V.32 terbo este compatibil cu standardele V.32bis și se conectează cu modemurile mai vechi la vitezele maxime la care pot opera ambele aparate. Folosind și standarde de comprimare, cum ar fi MNP5 sau V.42 bis, modemurile V.32 terbo pot opera la viteze efective de transfer al datelor de până la 115.200 de biți pe secundă.

Modemurile **V.FC** reprezintă o versiune preliminară a standardului V.34 realizată de câțiva producători de modemuri și de un fabricant de cipuri (Rockwell International). Aceste modemuri asigură o viteză reală de 28.800 de biți pe secundă folosind tehnologia V.34, însă nu folosesc același dialog de confirmare pentru configurarea comunicațiilor ca V.34. (Produsele V.FC au anticipat practic versiunea finală a standardului V.34.)

**V.34bis** nu a fost recunoscut oficial ca standard. Multe dintre ultimele tipuri de modemuri care operează la 33.600 bps fac referire la acest protocol, fiind practic anticiparea acceptării sale ca standard internațional.

**V.42** este un standard de corectare a erorilor răspândit în întreaga lume, care a fost destinat creșterii fiabilității standardelor V.32, V.32bis și a altor comunicații prin modem. V.42 încorporează MNP4 ca protocol „alternativ". Aceasta înseamnă că modemurile V.42 pot să comunice cu modemuri MNP4, însă o conexiune între cele două tipuri de modemuri nu va putea folosi mult mai sofisticatul protocol de corectare a erorilor V.42. La începutul fiecărui apel, când modemurile negociază conexiunea, un modem V.42 va determina dacă celălalt modem poate folosi pentru

corectarea erorilor protocolul MNP4 sau protocolul complet V.42. V.42 este preferat, în timp ce MNP4 rămâne a doua opțiune. Cu alte cuvinte, un modem V.42 va încerca inițial stabilirea unei sesiuni de lucru V.42; în cazul unui eșec, va testa protocolul MNP4; dacă și acest dialog eșuează, va configura o sesiune de comunicații fără corectarea erorilor.

**V.42bis** este un protocol pentru comprimarea datelor aprobat de CCITT. Deși este diferit și incompatibil cu MNP5 și MNP7, V.42bis este mai eficient. Pentru anumite tipuri de date, poate obține factori de comprimare de ordinul 4, mărind teoretic de patru ori viteza de transmisie prin modem. (În cazul PC-urilor, viteza de comunicație maximă efectivă va fi mai mică din cauza limitărilor impuse de porturile seriale, ajungând în mod obișnuit la 38.400 de biți pe secundă.) Rețineți că un modem care acceptă doar standardul V.42bis nu poate comunica cu un modem care lucrează doar cu standardul MNP5. Spre deosebire de MNP5, un modem V.42bis nu va crește în nici un caz timpii de transmisie pentru datele care nu mai pot fi comprimate. În cel mai rău caz, operația se va desfășura la aceeași viteză ca în cazul în care nu se folosește comprimarea datelor.

**V.90** este standardul internațional pentru comunicațiile prin modem la 56.000 de biți pe secundă (sau 56 Kbps) pe linii telefonice obișnuite. Este standardul pentru modemurile care ating cea mai mare viteză posibilă în prezent și, posibil, cea mai mare viteză pe care o vor atinge vreodată modemurile adevărate. Modemurile din orice PC nou ar trebui să respecte standardul ITU V.90.

În ciuda specificației de 56 Kbps, cele mai multe modemuri V.90 nu ating niciodată cea mai mare rată de date. Toate modemurile de mare viteză pun diverse condiții de funcționare, care le pot reduce performanțele. Cele mai importante sunt restricțiile de ordin legal, tehnic și practic.

Toate specificațiile 56 Kbps solicită de la o linie telefonică mai mult decât permite legea. Mai precis, variațiile de tensiune pentru comunicațiile de 56 Kbps necesită mai multă energie decât permit legile guvernamentale referitor la liniile telefonice. Pentru ca modemurile să funcționeze legal, viteza maximă este limitată la 53 Kbps, așa cum apare și în reclame.

Mai mult decât atât, pentru a obține viteza de 56 Kbps este nevoie de toată lățimea de bandă a unei conexiuni telefonice perfecte (și chiar mai mult). Când conexiunea dumneavoastră nu este perfectă, ceva se pierde și acel ceva este chiar viteza. Cu cât este mai slabă calitatea conexiunii, cu atât modemul va funcționa mai lent. Pentru a obține viteza maximă de la un modem de 56 Kbps, aveți nevoie de o legătură scurtă, de calitate ridicată cu oficiul central al companiei telefonice.

Deseori, modemul nu poate negocia o conexiune la viteză maximă cu serviciul de telefonie la care sunteți abonat. Un modem de 56 Kbps poate comunica la viteză mare numai cu un modem de același tip plasat la celălalt capăt al conexiunii. Furnizorul tipic de servicii Internet (în special firmele mici) posedă o grămadă de modemuri de diferite generații. Unele permit operații complete la viteza de 56 Kbps; altele nu funcționează decât la viteze mai mici. Dacă sunați într-un moment în care furnizorul ISP este ocupat, este foarte probabil să vă legați cu un modem mai lent.

Rețineți, de asemenea, că modelul sistemului V.90 limitează utilizarea acestuia la cea mai mare viteză de comunicație doar cu furnizorii de servicii care au conexiuni digitale directe la Internet. V.90 nu permite comunicații la 56 Kbps între PC-uri independente. Un capăt al unei conexiuni de viteză maximă V.90 trebuie să aibă o legătură digitală

directă cu rețeaua telefonică. Majoritatea furnizorilor de servicii Internet posedă legătura digitală necesară. Conexiunile între PC-uri și modemurile acestora sunt ambele analogice, astfel că viteza de 56 Kbps nu poate fi acceptată.

Tehnologia V.90 a evoluat din două sisteme concurente de 56 Kbps, și anume K56flex și x2, despre care poate ați mai auzit câte ceva. *K56flex* este o tehnologie privată, care a fost dezvoltată independent și a fost lansată pe piață sub forma a două sisteme diferite și incompatibile de către firmele Rockwell și Lucent Technologies. Cele două companii s-au înțeles în luna noiembrie 1996 să combine produsele într-un singur standard. *x2* este o tehnologie privată dezvoltată de compania U.S. Robotics. Cele două sisteme folosesc aceeași codificare digitală prin niveluri de semnal analogic ca și V.90 și diferă între ele (și față de standard) numai prin dialogul de confirmare utilizat pentru configurarea conexiunii. Din nefericire, deoarece acest dialog de confirmare reprezintă o componentă vitală, K56flex și x2 sunt incompatibile; ele nu pot comunica unul cu celălalt la vitezele maxime posibile.

Unii furnizori de servicii Internet nu acceptă decât un singur sistem dintre predecesorii lui V.90 pentru rata de date de 56 Kbps. Dacă serviciul la care sunteți abonat nu este capabil să negocieze o conexiune completă la 56 Kbps, va regresa la un standard mai lent, de obicei la V.34, care permite rata de 33,6 Kbps, și aceasta în cazul în care conexiunea telefonică poate recunoaște semnalele.

# Serviciile digitale

Standardul V.90 este ultimul nivel atins de modemuri. Acest sistem exploatează tot potențialul de viteză de la o conexiune telefonică obișnuită. Următoarea etapă o reprezintă comunicațiile complet digitale. De fapt, aproape tot traficul dintre centralele telefonice din întreaga lume se face pe linii digitale. Singura porțiune analogică este cea dintre centrala telefonică și aparatele din casa sau biroul dumneavoastră.

Fără îndoială, pentru a vă satisface necesitățile de telecomunicații, și dumneavoastră veți trece de la serviciile analogice la cele digitale. Singura întrebare este cine vă va pune la dispoziție conexiunea. Există trei tehnologii care vă pot oferi o legătură complet digitală la mare viteză – sistemul telefonic, sistemul prin cablu și comunicațiile prin satelit.

Toate cele trei sisteme funcționează. Toate trei asigură viteze care determină comunicațiile prin modemuri să pară chiar ceea ce sunt – antice. De fapt, cel mai important factor de limitare este disponibilitatea. Numai serviciile prin satelit pot oferi legături în orice zonă a Statelor Unite (și aproape peste tot în lume). Celelalte depind de compania telefonică locală sau de furnizorul de servicii prin cablu (dacă își modernizează facilitățile pentru a putea oferi servicii digitale).

## Serviciile telefonice

Unul dintre elementele cheie în asigurarea de servicii de telecomunicații digitale vă este foarte cunoscut: compania telefonică. După tradiționalele servicii Plain Old Telephone Services (POTS, acronim folosit și pentru aparate: Plain Old Telephone Sets), companiile telefonice au dezvoltat mai multe servicii de comunicații complet digitale. Unele dintre aceste servicii au apărut de mai mult timp, fiind destinate în special utilizatorilor comerciali, care transferă cantități mari de date. Alte câteva servicii noi complet digitale sunt destinate direct utilizatorilor individuali.

Gama de servicii digitale oferite de companiile telefonice este largă și cuprinde un interval mare de rate de date. În Tabelul 22.3 sunt prezentate mai multe astfel de servicii, precum și vitezele maxime permise pentru transferul datelor.

**Tabelul 22.3** Ratele maxime de transfer al datelor pentru standardele de telecomunicații digitale

| *Standardul* | *Tipul de conexiune* | *Rata de transfer în aval* | *Rata de transfer în amonte* |
|---|---|---|---|
| V.34 | Analogică | 33,6 Kbps | 33,6 Kbps |
| V.90 | Cvasianalogică | 56 Kbps | 33,6 Kbps |
| SDS 56 | Digitală | 56 Kbps | 56 Kbps |
| ISDN | Digitală | 128 Kbps | 128 Kbps |
| SDSL | Digitală | 1,544 Mbps | 1,544 MBps |
| T1 | Digitală | 1,544 Mbps | 1,544 MBps |
| E1 | Digitală | 2,048 Mbps | 2,048 Mbps |
| ADSL | Digitală | 9 Mbps | 640 Kbps |
| VDSL | Digitală | 52 Mbps | 2 Mbps |

Cu siguranță, și în anii următori veți vorbi la telefon (desigur, dacă ceilalți membri ai familiei vă vor permite acest lucru), însă până la urmă tipul conexiunii s-ar putea să se schimbe. La un moment dat, tehnologia digitală se va ocupa și de conexiunile telefonice locale. De fapt, în multe zone din America și din alte țări puteți comanda deja o linie digitală specială de la compania telefonică locală la care sunteți abonat și puteți accesa astfel sistemele de comutare complet digitale. Veți fi dotat cu un echivalent al unei linii telefonice, care vă permite să selectați orice partener de conversație care este conectat la rețeaua telefonică (și care, desigur, are posibilitatea să utilizeze date digitale) la fel de ușor cum formați numărul la un telefon obișnuit.

În multe zone de pe glob sunt disponibile (sau vor fi oferite în curând) cel puțin trei astfel de servicii. Toate acestea sunt cunoscute după inițiale: SDS 56, ISDN și SMDS. Probabil și dumneavoastră vă veți conecta calculatorul personal la unul dintre aceste servicii sau la un altul, mai nou.

## T1

Principalul serviciu de mare viteză pus la dispoziție de compania telefonică se numește *T1*, iar originile acestuia se regăsesc în primele zile ale telefoniei digitale, în anii '60. Primele sisteme dezvoltate de firma Bell Labs foloseau acum deja cunoscuta frecvență de 8 KHz pentru a eșantiona semnalele analogice și a le converti în valori digitale pe 8 biți. Rezultatul era un flux de date digitale de 64 Kbps. Pentru a multiplexa semnalele digitale pe o singură conexiune, proiectanții de la Bell au combinat împreună 24 din aceste canale de voce și au creat un cadru de date cu lungimea de 193 de biți, bitul suplimentar având rolul de a defini începutul cadrului. S-a obținut astfel un flux de date cu o rată de biți de 1,544 Mbps. Inginerii de la Bell au denumit structura cu 24 de linii rezultată DS1. AT&T a folosit această structură de bază ca să multiplice capacitatea vocală a propriului sistem telefonic, în special pe liniile principale de joncțiune dintre centrale.

După ce cererea de servicii telefonice a crescut și centralele comerciale private (Private Business Exchange sau PBX) au devenit răspândite în lumea afacerilor, companiile telefonice au început să ofere serviciul T1 direct utilizatorilor comerciali. Pe măsură ce aplicațiile digitale s-au înmulțit, T1 a devenit sistemul de interconectare comercial digital standard. Astăzi, multe servere Web se conectează la rețea pe linii T1.

O caracteristică importantă a formatului DS1 a fost compatibilitatea cu liniile telefonice standard din cupru, chiar dacă era necesară instalarea unui repetor (amplificator) suplimentar aproape la fiecare kilometru. Însă semnalul T1 propriu-zis era total diferit de conexiunile telefonice analogice normale, și acest lucru a creat probleme. T1 se bazează pe o metodă de transmitere a semnalului denumită AMI (Alternate Mark Inversion – inversarea alternativă a mărcii), care este un sistem bipolar. AMI reprezintă un 0 (sau un spațiu) prin absența tensiunii; un 1 (sau o marcă) este reprezentat de un impuls pozitiv sau negativ, după cum semnalul precedent a fost negativ sau pozitiv. Aceasta înseamnă că semnele sunt inversate alternativ (de unde și numele sistemului). Codul generează un semnal cu o lățime de bandă echivalentă cu rata proprie de date, 1,5 MHz. În același timp, acest semnal de mare viteză creează interferențe și, de aceea, într-un cablu cu 50 de perechi de fire nu pot fi plasate mai mult de două linii T1 (în mod normal, aceste cabluri sunt folosite pentru rutarea serviciilor telefonice obișnuite către locuințe).

În afara Statelor Unite, echivalentul serviciilor T1 este numit *E1*. Deși se bazează pe aceeași tehnologie ca T1, E1 combină 30 de canale de voce cu o lățime de bandă de 64 Kbps și creează astfel un canal digital de 2,048 Mbps.

Utilizatorii care navighează în mod regulat în Web visează să aibă la dispoziție o linie T1 dedicată. Însă prețul pentru o astfel de legătură este prohibitiv. Doar instalarea costă mii de dolari, iar taxele lunare pot fi de o mie de dolari sau chiar mai mult. În mod normal, furnizorul de servicii Internet are o conexiune T1 (sau mai bună), pe care o împarte, oferind fiecărui client câte un singur canal de comunicație.

T3 este un sinonim pentru serviciul DS3, care atinge aproximativ 45 Mbps, iar OC-3 este o interfață de fibră optică, prin care se ating rate de transfer de aproximativ 155 Mbps.

## HDSL

Principala problemă a serviciului T1 este sistemul de modulare folosit, care cauzează interferențe, sistem bazat pe tehnologia anilor ‘60. Cu ajutorul ultimelor tehnici de modulare, în domeniul telecomunicațiilor a fost creat un serviciu nou, denumit *High data rate Digital Subscriber Line* sau HDSL, care oferă aceeași rată de date ca T1 sau E1, însă are nevoie de o lățime de bandă mai mică, de la 80 la 240 KHz. Unul dintre trucurile de bază folosite pentru a reduce lățimea de bandă este tehnica de împărțire a semnalului pe mai multe linii telefonice. Pentru a obține rata de date oferită de T1, acest serviciu folosește două linii; pentru E1, trei linii. În afară de reducerea interferenței, rata redusă de date permite legături mai lungi fără repetoare, de până la 3.600 de metri.

HDSL oferă posibilitatea de lucru în rețea la viteze mari, de până la 1,544 Mbps, prin cabluri de cupru cu două perechi de fire și de până la 2,048 Mbps pe trei perechi de fire, la distanța maximă de aproximativ 6,1 km (cam 3,8 mile) față de un oficiu central. Este similar cu SDSL și posedă facilități de transmisie simetrică. Cele mai multe linii T1 instalate în prezent folosesc această tehnologie.

Din nefericire, termenul „subscriber“ (abonat) din numele standardului nu se referă la persoanele individuale. Acest termen apare în schema companiei telefonice având aceeași funcție ca T1 – asigură legăturile dintre firme și compania telefonică.

## SDSL

Folosirea a două linii (sau trei) pentru un singur serviciu de comunicații dovedește foarte clar lipsa de eficiență. Însă prin modificarea metodei de modulare, o singură linie poate transporta aceeași cantitate de date ca și cele două (sau trei) linii de tip HDSL.

Versiunea comercială a acestui serviciu este numită *Symmetrical Digital Subscriber Line* sau SDSL. Deși definiția acronimului a fost modificată, tehnologia a rămas aceeași. Inițial, se numea *Single-line Digital Subscriber Line* pentru a o deosebi de sistemele cu mai multe linii. Termenul „symmetrical" deosebește acest sistem de noile competitoare asimetrice.

Principalul avantaj al serviciului SDSL față de celelalte servicii digitale performante este, așa cum sugerează și numele, calitatea de a fi simetric. Rata de date este aceeași în ambele direcții. Pe conexiunile la serverele Web și din rețelele de mare suprafață (WAN) au loc deseori operații simetrice, ceea ce face ca SDSL să fie alegerea potrivită.

Viteza de transfer al datelor permisă de sistemul SDSL variază de la 160 Kbps la 1,544 Mbps. Rata maximă care poate fi utilizată depinde de distanța la care se află abonatul față de oficiul central. Cea mai mică viteză este întâlnită la limitele maxime de distanță permise de sistemul SDSL, adică aproximativ 7,2 km (cam 4,5 mile).

## ADSL

Cele mai multe dintre serviciile avansate puse la dispoziția utilizatorului obișnuit din Internet sunt asimetrice. Aceste servicii oferă rate de date în aval, de la server la calculatorul propriu, mai mari în comparație cu ratele de date în amonte, de la calculatorul propriu la server. Companiile de telecomunicații nu au ignorat această situație și, la puțin timp după lansarea pe piață a serviciului HDSL, a fost creată și varianta asimetrică a acestuia, care oferă aceleași viteze mari de transfer și care a fost denumită, destul de logic, *Asymmetrical Digital Subscriber Line* sau ADSL. Pentru a-l deosebi de noul standard G.Lite, serviciul ADSL cu facilități complete mai este numit ADSL Full Rate sau G.dmt. Denumirea oficială este G.992.1.

ADSL poate transfera în aval datele la viteze de până la 8,5 Mbps. Însă invers, în amonte (către exterior), rata maximă este între 640 Kbps și 1 Mbps. ADSL nu operează la o singură rată, cum procedează T1 sau SDSL. Vitezele folosite de acest serviciu sunt limitate de distanță; distanțele mai mari impun restricții mai mari. La o distanță de aproximativ 5.400 de metri (cam 18.000 de picioare) de la oficiul central, datele pot fi transferate în aval cu viteza permisă de T1. La o distanță de două ori mai mică, viteza de transfer în aval se apropie de 8,5 Mbps. În Tabelul 22.4 sunt prezentate vitezele în aval și distanțele maxime posibile permise de tehnologia ADSL.

**Tabelul 22.4** Ratele de transfer al datelor în aval permise de ADSL

| *Serviciu echivalent* | *Rata de date în aval* | *Distanța* |
|---|---|---|
| G.Lite | 1,544 Mbps | 5.400 de metri (18.000 de picioare) |
| T1 | 1,544 Mbps | 5.400 de metri (18.000 de picioare) |
| E1 | 2,048 Mbps | 4.800 de metri (16.000 de picioare) |
| DS1 | 6,312 Mbps | 3.600 de metri (12.000 de picioare) |
| ADSL | 8,448 Mbps | 2.700 de metri (9.000 de picioare) |

Sistemul de modulare folosit de ADSL operează la frecvențe care depășesc banda de bază utilizată de serviciul telefonic obișnuit sau de ISDN. Ca urmare, o linie ADSL poate transporta simultan semnale digitale de mare viteză și semnale telefonice obișnuite. În implementările ADSL obișnuite, semnalele ADSL încep pe la frecvența de 50 KHz, lăsând frecvențele mai mici pentru transportul semnalelor convenționale de voce.

Pentru a împărți semnalul între voce și date în funcție de cerințele abonatului, sistemele ADSL convenționale trebuie să folosească un *divizor (splitter)*. Echivalent al separatorului de semnal dintr-un difuzor stereo, divizorul combină un filtru trece-sus (pentru a extrage un semnal ce conține doar date) și un filtru trece-jos (pentru a extrage doar semnalul de voce). În mod obișnuit, divizorul este instalat în locul în care firele de telefon intră în clădire, iar ieșirile sale sunt direcționate separat către sistemul telefonic și calculator.

## G.Lite

Unul dintre principalele neajunsuri ale sistemului ADSL a fost cerința obligatorie de instalare a divizorului. Acesta este furnizat și instalat de către compania telefonică, iar instalarea adaugă o sută de dolari la costul configurării unei conexiuni ADSL. Pentru a elimina divizorul din sistem și a crea un standard comun de utilizare a serviciului ADSL, mai mulți producători din industria telecomunicațiilor s-au asociat și au creat un grup de lucru (*Universal ADSL Working Group)*.

Deoarece sistemul „universal“ ADSL a fost doar una dintre aplicațiile practice ale tehnologiei generale ADSL, standardul rezultat a primit numele G.Lite. De asemenea, acest standard a primit și numele formal G.992.2. La începutul anului 1999, grupul a terminat lucrul la specificații și a recomandat G.Lite pentru acceptare ca standard de către ITU. După ce și-a atins unicul scop, grupul s-a autodesființat.

G.Lite permite o lățime de bandă în aval de până la 1,544 Mbps. În amonte, sistemul asimetric permite o lățime de bandă de până la 512 Kbps. Lungimea maximă a unei conexiuni G.Lite între oficiul central și locuința sau biroul dumneavoastră este de 5.400 de metri (18.000 de picioare).

## VDSL

Următoarea versiune de serviciu digital după ADSL este *Very-high-data-rate Digital Subscriber Line* sau VDSL. Fiind deocamdată doar o propunere, serviciul este proiectat pentru a opera inițial asimetric la viteze mai mari decât permite ADSL, însă pe distanțe mai mici; teoretic, se pot atinge viteze de transfer în aval de 51,84 Mbps pe distanțe mai mici de 300 de metri (1.000 de picioare), însă aceste valori pot fi reduse de aproximativ patru ori pe distanțe de patru ori mai mari (12,86 Mbps pe distanța de 1.350 de metri – aproximativ 4.500 de picioare). Ratele de transfer în amonte propuse variază de la 1,6 Mbps până la 2,3 Mbps. Pe termen lung, proiectanții speră să realizeze și versiunea simetrică a acestui serviciu. VDSL este proiectat pentru lucrul exclusiv într-o arhitectură de rețea ATM. Ca și în cazul ADSL, VDSL poate partaja o pereche de fire cu o conexiune telefonică obișnuită sau chiar cu un serviciu ISDN.

## SDS 56

*Switched Data Services 56* (cunoscut și ca *Switched-56*) este un sistem mai vechi de conectare, care pune la dispoziție un singur canal digital, capabil să dezvolte o rată de date de 56 Kbps (aceeași rată ca un modem, însă cu semnale digitale reale). Semnalele Switched-56 sunt transmise pe cabluri convenționale bifilare și torsadate din cupru (aceleași prin care sunt transmise conversațiile telefonice). Pentru cele mai multe companii telefonice, acest sistem a fost un serviciu de trecere de la POTS spre zonele de servicii ISDN.

Pentru a vă lega PC-ul la sistemul Switched-56, aveați nevoie de un echipament special – echivalentul unui modem. De asemenea, pentru a beneficia de avantajele conexiunii, trebuia să comunicați cu cineva care utiliza tot servicii SDS 56.

În anumite zone, SDS 56 nu era mai scump decât o linie telefonică obișnuită comercială. Costul instalării putea fi însă mult mai ridicat (de exemplu, PacBell percepea într-o vreme 500 de dolari pentru instalare), iar la acest preț unele companii telefonice puteau adăuga taxe lunare de întreținere, pe lângă costurile apelurilor telefonice normale. Dacă ținem cont de apariția modemurilor moderne, care oferă aceeași viteză fără cheltuieli suplimentare, nu este de mirare că despre sistemul Switched-56 se discută la timpul trecut.

## ISDN

Inițialele provin din expresia *Integrated Services Digital Network*, deși un glumeț v-ar putea spune că înseamnă „I Still Don't Know" (Încă nu m-a convins) sau „It Still Does Nothing" (Deocamdată nu face nimic). Ultima expresie pare cea mai sugestivă pentru că standardul ISDN a fost discutat mulți ani, fără ca utilizatorii să sesizeze un progres semnificativ. Chiar când începuse să se afirme pe piață, industria de specialitate a trecut la implementarea altor standarde, mai performante, în special G.Lite. Însă ISDN rămâne un standard internațional acceptat, care promite să înlocuiască toate conexiunile telefonice analogice standard. Uneori, numele său este înlocuit cu *IDSL*, pentru a păstra legătura cu familia DSL, noul acronim provenind din expresia *ISDN Digital Subscriber Line*.

IDSL oferă viteze simetrice de descărcare și încărcare de la 64 la 144 Kbps pe o singură pereche de fire din cupru. De asemenea, IDSL utilizează tehnica de codificare pe linie 2B1Q, același tip de modulare folosit de SDSL și ISDN.

### Istoric

Primul eveniment notabil în evoluția serviciului ISDN a avut loc în luna noiembrie 1992, când firmele AT&T, MCI și Sprint au adoptat un standard denumit ISDN-1. În noul standard, ISDN are o interfață unitară de conectare a echipamentelor utilizatorilor finali, a companiilor telefonice locale și a circuitelor principale de joncțiune interurbane. Această interfață comună face acum posibile transmisiile ISDN pe toată suprafața Statelor Unite ale Americii.

### Implementări

În prezent, sunt disponibile pe piață două versiuni de ISDN. Cea mai simplă se numește Basic Rate Interface (BRI), care are avantajul de a folosi sistemele de cabluri bifilare și torsadate din cupru, care sunt deja instalate pe traseele de la beneficiari (case și birouri) până la centralele telefonice. În locul unui singur semnal analogic, o linie ISDN de tip 2B1Q este codată să transporte trei canale digitale: două canale de tip B (de la Bearer=cărăuș) prin care pot circula date de orice tip (voce codată digital, fax, text și numere) la viteza de 64.000 bps și un canal de tip D (sau Delta), care operează la viteza de 16.000 bps, poate transporta semnale de control și poate servi și ca al treilea canal de date. Cele trei canale pot fi rutate independent către destinații diferite din sistemul ISDN.

Distanța maximă la care poate fi întinsă o linie ISDN față de oficiul central este de aproximativ 5,5 km (cam 18.000 de picioare). Pentru a rezolva și traseele mai lungi, această distanță poate fi dublată prin adăugarea unui *repetor* la mijlocul liniei. Un repetor este un amplificator care regenerează semnalele digitale, eliminând distorsiunile semnalului apărute pe liniile lungi.

Un singur fir BRI vă permite să transferați bidirecțional date necomprimate cu viteza de 64.000 bps, la fel ca un modem duplex performant, însă, datorită naturii sale digitale, cu o viteză mai mare și o transmisie fără erori. Chiar și în cazul unor astfel de conexiuni bidirecționale de mare viteză, canalul D poate fi disponibil pentru îndeplinirea altor funcții.

Cealaltă formă de serviciu ISDN, mai evoluată, se numește Primary Rate Interface. Acest serviciu oferă 23 de canale B (fiecare operând la 64.000 de biți pe secundă) și un canal D (la 16.000 de biți pe secundă). La fel ca în cazul oricărui serviciu telefonic normal, utilizarea serviciului ISDN este facturată după timpul de utilizare, și nu după cantitatea de date transmise sau recepționate.

Puterea serviciului BRI constă în faptul că se bazează pe cablurile telefonice obișnuite, care sunt bifilare și torsadate. Nu este necesar să se investească miliarde de dolari pentru recablarea întregului sistem în vederea introducerii serviciului digital. Trebuie modernizate numai comutatoarele din oficiile telefonice centrale, care rutează apelurile dintre telefoane (și care în cea mai mare parte sunt plăci cu circuite imprimate).

Desigur, această modificare rapidă pare mai ușoară decât este în realizate. Principalele obstacole nu sunt tehnologice, ci economice. Transformarea este costisitoare și, deoarece echipamentele telefonice de comutare au perioade lungi de depreciere, nu aduce întotdeauna profit imediat companiei telefonice.

Nici după ce obțineți acces la un serviciu ISDN, nu veți putea conecta PC-ul direct la linia telefonică. Mai aveți nevoie de încă un dispozitiv, care să asigure interfața calculatorului dumneavoastră cu linia ISDN. Este necesar ca echipamentul să fie adaptat liniei și ca ambele să fie protejate (unul față de celălalt) printr-un alt dispozitiv, denumit adaptor ISDN. Astfel de adaptoare au porturi analogice care vă permit conectarea telefoanelor existente la rețeaua ISDN. Adaptoarele ISDN sunt disponibile deja în zonele limitate care au acces la ISDN. În Tabelul 22.5 sunt listate semnificațiile semnalelor într-un jack ISDN.

**Tabelul 22.5** Semnificația firelor în jackul ISDN 8P8C

| *Pin* | *Denumire mnemonică* | *Nume semnal* | *Polaritate* | *Culoare cablu* |
|---|---|---|---|---|
| 1 | PS3 | Power Source/Sink 3 | Pozitivă | Albastru |
| 2 | PS3 | Power Source/Sink 3 | Negativă | Portocaliu |
| 3 | T/R | Transmit/Receive | Pozitivă | Negru |
| 4 | R/T | Receive/Transmit | Pozitivă | Roșu |
| 5 | R/T | Receive/Transmit | Negativă | Verde |
| 6 | T/R | Transmit/Receive | Negativă | Galben |
| 7 | PS2 | Power Sink/Source 2 | Negativă | Maro |
| 8 | PS2 | Power Sink/Source 2 | Pozitivă | Alb |

### Modemuri ISDN

Dacă dispuneți de un serviciu ISDN, aveți nevoie de un dispozitiv pentru realizarea legăturii dintre PC și linia telefonică. Unii utilizatori denumesc acest dispozitiv „modem ISDN“. Deoarece atât calculatorul, cât și conexiunea ISDN sunt complet digitale, nu mai este necesară modularea pentru a asigura corespondența între cele două tipuri de semnale, deci nu mai aveți nevoie de un modem. Totuși, aveți nevoie de un dispozitiv care adaptează ratele de date și protocoalele PC-ului la linia ISDN și protejează linia și PC-ul de problemele pe care le pot provoca unul celuilalt. Dispozitivul care realizează această funcție se numește *adaptor terminal ISDN*.

## Serviciile prin cablu

Principala componentă care limitează performanțele serviciului telefonic este cablul bifilar torsadat care conectează oficiul central cu casa sau biroul dumneavoastră. Pentru a depăși aceste limite de performanță, ar fi necesară cablarea unui set complet nou de fire în întregul sistem telefonic. Luând în considerare miliardele de dolari investite în actualul sistem telefonic bazat pe cabluri bifilare torsadate, probabilitatea ca furnizorii de servicii telefonice să realizeze un sistem nou de conexiuni este foarte mică.

Însă, în ultimele două decenii, au apărut organizații care au agățat fire pe stâlpi sau le-au îngropat în subteran pentru a conecta aproximativ o treime dintre locuințele din Statele Unite – companiile de televiziune prin cablu. Cablurile coaxiale folosite de majoritatea acestor servicii au lățimi de bandă de cel puțin o sută de ori mai mari decât cablul bifilar torsadat. În mod normal, ele distribuie microunde către locuințe situate la distanțe de mulți kilometri față de centrele de distribuție.

Exploatarea acestei lățimi de bandă a preocupat de mulți ani operatorii de televiziune prin cablu, iar creșterea explozivă a rețelei Internet i-a făcut să se bucure foarte mult. Mulți operatori au anticipat perioada în care vă veți putea conecta PC-ul la Internet prin cablul coaxial pus la dispoziție de ei, bineînțeles contra unei taxe.

Până nu demult, singurul element care lipsea era standardizarea. În 24 septembrie 1996 însă, cinci firme importante care produceau modemuri prin cablu (cable modems) – Com21, General Instrument, Hewlett-Packard, LANcity și Motorola – s-au asociat în scopul realizării unei specificații comune pentru interfața de date, astfel încât modemurile lor să fie interoperabile. Cunoscut inițial cu numele Data Over Cable Service Interface Specification sau DOCSIS, standardul a fost guvernat de Cable Television Laboratories, Inc. – cunoscută mai bine cu numele CableLabs – în Louisville, Colorado. În 1999, CableLabs a început să certifice produsele compatibile, etichetându-le „CableLabs Certified“, în vederea vânzării cu amănuntul a echipamentelor. În iunie 1999, CableLabs a certificat pentru conformitate 10 producători de modemuri prin cablu: Arris Interactive, Askey Computer Corp., Cisco Systems, General Instrument, Philips Electronics, Samsung Information Systems of America, Sony Corp., 3Com, Thomson Consumer Electronics, Toshiba. Tehnologia CableLabs permite operarea la rate de date de până la 36 Mbps, chiar dacă în realitate un modem prin cablu funcționează la rate de date mult mai mici. Interfața de bază dintre modemul prin cablu și PC-ul dumneavoastră este o legătură Ethernet 10Base-T, care limitează ea însăși viteza la 10 Mbps. Există două variante de conectare: fie modemul prin cablu este cuplat într-un adaptor gazdă Ethernet din PC, fie există un modem intern prin cablu care emulează un adaptor Ethernet. Chiar dacă furnizorii de servicii prin cablu fixează viteze mai mici, cea mai mică dintre ele – de obicei aproximativ 2 Mbps – este mai mare decât a oricărui alt sistem de conectare de consum.

Oricât de interesantă vi s-ar părea conceptul de modem prin cablu, și acesta impune destule restricții. Una din problemele care apar la modemurile de acest tip este cablarea existentă la sistemele de televiziune prin cablu. Ele sunt destinate pentru distribuția de programe, nu pentru comunicații bidirecționale. Deși cablul propriu-zis nu împiedică sistemul să distribuie semnale digitale, multe companii de televiziune prin cablu plasează amplificatoare pentru a permite semnalelor să parcurgă distanțele mari dintre oficii și beneficiari. Cele mai multe amplificatoare instalate în sistemele de televiziune prin cablu existente operează unidirecțional. Pentru a permite un flux de date bidirecțional, compania de televiziune prin cablu trebuie să înlocuiască aceste amplificatoare și să modernizeze echipamentul special, care are rolul de a distribui semnalele de la oficii.

O cale prin care se evită transferurile bidirecționale de date prin cablul companiei de televiziune este folosirea conexiunii prin cablu numai pentru fluxul de date în aval și realizarea unei alte legături, de obicei printr-o linie telefonică obișnuită, pentru transferul de date în amonte. Acest tip de operație asimetrică se potrivește exact pentru lucrul în Internet.

Pe termen lung, operatorii de televiziune prin cablu se confruntă cu o problemă din ce în ce mai mare a sistemelor proprii de cablare. Lățimea de bandă a cablului coaxial care ajunge la locuința dumneavoastră nu vă aparține în totalitate. Spre deosebire de companiile telefonice, care folosesc o pereche separată de fire pentru conectarea fiecărei locuințe, cablul coaxial utilizat de companiile de distribuție prin cablu operează ca o magistrală. Și la dumneavoastră, și la vecini ajung aceleași semnale. Această schemă este foarte bună pentru difuzarea de programe. În rețelele comerciale de tip Ethernet, funcționează foarte bine un sistem similar de legături hardware. Când începe împărțirea lățimii de bandă pe utilizatori, apare o mică problemă – ca și în cazul unei diagrame circulare, cu cât o împărțirea se face în mai multe porțiuni, cu atât acestea vor fi mai mici. Dacă divizați lățimea de bandă a unui sistem obișnuit de televiziune prin cablu la mai mulți abonați, lățimea de bandă disponibilă pentru fiecare în parte ajunge să fie mai mică decât în cazul unui serviciu telefonic evoluat. Dacă toți cei care sunt atașați la un sistem de difuzare prin cablu ar încerca să își folosească simultan modemurile, transferul de date s-ar putea să se deruleze cu viteza melcului.

Ca și în cazul rețelelor locale de calculatoare, supraîncărcarea sistemului poate fi controlată prin împărțirea întregului sistem în mai multe subunități, care pot fi administrate mai ușor. Prin limitarea numărului de utilizatori pentru fiecare cablu coaxial, limitele impuse de lățimea de bandă pot fi depășite cu modificări minore ale sistemului de difuzare prin cablu.

Legarea unui modem prin cablu presupune operații de instalare fizice și logice. Operația fizică este simplă: conectați modemul la adaptorul de rețea. Instalarea software este mult mai complexă. Aveți nevoie de un driver software proiectat special pentru modem, compatibil cu aplicația software pe care o utilizați și cu sistemul de operare. Cele mai multe companii de difuzare prin cablu vă vor furniza driverul corespunzător și aplicația software. Problema principală cu care vă veți confrunta este instalarea produsului software în sistemul de operare. În cele mai multe situații, pentru a beneficia de avantajul unui modem prin cablu, aveți nevoie de Windows 95 sau de un sistem de operare mai nou. Compania de televiziune prin cablu la care sunteți abonat ar trebui să vă indice exact lista de componente hardware și software de care aveți nevoie pentru a realiza conexiunea.

## Serviciile prin satelit

Aceeași tehnologie utilizată de difuzorii de televiziune prin satelit prin care puteți prelua secvențe video direct de la sateliții orbitali este valabilă și pentru date. Folosind o mică antenă parabolică orientată către un satelit geosincron care se învârte pe o orbită la 24.000 de mile distanță de Pământ, puteți intra în Internet la viteze mult peste posibilitățile conexiunilor obișnuite pe linii telefonice. În locul semnalelor de televiziune, satelitul trimite foarte simplu către Pământ un flux de date.

Primul serviciu prin satelit, DirecPC de la Hughes Electronics, a început să opereze în 1997. El se consideră cel mai rapid serviciu Internet disponibil în întreaga lume. Deși este mai lent decât serviciul DSL sau modemurile prin cablu, păstrează avantajul disponibilității; oriunde v-ați afla în emisfera sudică, puteți să realizați o conexiune la DirecPC.

Sistemele prin satelit sunt prin definiție asimetrice. Dumneavoastră nu transmiteți către satelit ce doriți, pentru că v-ar trebui o legătură ascendentă și o antenă de emisie mult mai mare, ci folosiți conexiunea cu satelitul numai pentru o legătură descendentă, pentru a recepționa date. Pentru a trimite date, PC-ul dumneavoastră se conectează la Web printr-un modem convențional pe linie telefonică. Legătura descendentă prin satelit operează la o rată de 400 Kbps, însă legătura ascendentă, bazată pe linii telefonice, „se zbate" în gama de viteze permise de modem, între 14,4 Kbps și 56 Kbps.

Sateliții se potrivesc cel mai bine unui sistem de difuzare. În loc să lucreze direct cu destinații fixe, ei emit semnalele pe suprafețe mari pentru a fi receptate de mai mulți utilizatori. Limitând lățimea de bandă a legăturii descendente la 400 Kbps, ei maximizează numărul de abonați care pot folosi în comun sistemul. În plus, DirecPC încearcă să crească la maxim viteza și utilitatea folosind tehnologia push. Sistemul „împinge" afară informațiile selectate din Web și din grupurile de informare, iar PC-ul dumneavoastră le capturează și le plasează pe disc. Când doriți să accesați unul dintre siturile Web sau grupurile de informare astfel obținute, puteți citi datele dorite aproape instantaneu din cache. PC-ul nu se va supraîncărca încercând să salveze în cache tot Internetul; sistemul vă permite să alegeți cu ce situri și grupuri de discuții să lucrați local.

Sistemul folosește antene eliptice de 21 de inci, proiectate pentru montare pe acoperiș. Antena DirecPC este un dispozitiv cu scop unic și poate fi folosită numai pentru date, nu și pentru recepția programelor TV prin satelit. De asemenea, sistemul are nevoie de un receptor (denumit uneori „modem"), care poate fi instalat ca o placă de extensie în interiorul unui PC sau ca echipament periferic extern independent.

## Internet

Principalul motiv pentru care este cumpărat un modem – sau chiar un PC complet, în unele cazuri – este conectarea la Internet. În realitate, modemul nu realizează conectarea calculatorului dumneavoastră la Internet. Modemul conectează PC-ul *în* Internet. Realizând mai mult o omogenizare decât o lipire, modemul face ca PC-ul dumneavoastră să devină o parte din Internet.

Deși Internetul este construit pe baza componentelor hardware, nu este format doar din hardware. La fel, și dumneavoastră aveți nevoie de componente hardware pentru a vă conecta la Internet, însă acestea reprezintă doar mijlocul prin care obțineți ceea ce doriți: informația pe care Internetul o poate transfera PC-ului dumneavoastră. Fără a avea componentele hardware corespunzătoare, nu vă puteți conecta la Internet, iar având doar componentele hardware nu puteți intra în World Wide Web.

În ciuda numelui universal valabil, nu există pe cer nici un Internet uriaș și nici un complex de birouri undeva în lume. De fapt, Internet este un caz clasic de a fi aici și nicăieri. La fel ca la orice jucărie găsită în ouăle de ciocolată cu surprize, dacă separați componentele individuale din Internet, obțineți un morman de piese, dar nici una dintre ele nu este Internet. La fel ca jucăria asamblată, Internetul este combinația completă a acestor componente.

Piesele componente sunt legate împreună atât fizic, cât și logic. Conexiunea fizică se realizează printr-o mulțime de cabluri, fibre optice și legături radio prin microunde care au rolul de a transporta semnalele digitale între calculatoare. Combinația de conexiuni formează o rețea redundantă. Calculatoarele sunt legate între ele într-o „țesătură" (Web) care asigură mai multe trasee pentru transmiterea semnalelor între oricare două mașini.

Componenta logică este reprezentată de un set de standarde pentru semnalele care circulă prin rețea. Internet folosește protocoale diferite în funcție de tipul de date transferate. Protocolul principal și standardul definitoriu pentru Internet este TCP/IP, despre care vom discuta într-o altă secțiune.

În realitate, Internetul nu a fost dedicat interconectării *calculatoarelor*, ci realizării legăturilor între *rețelele de calculatoare*. Așa cum sugerează și numele, Internetul permite transferul datelor între rețele. Chiar în cazul în care nu dispuneți decât de un singur PC, când vă conectați în Internet trebuie să încărcați în memorie un protocol de rețea, același ca în cazul în care ați fi zvârlit kilometri de cablu Ethernet până acasă și la birou. Indiferent dacă vă place sau nu, când vă conectați la Internet trebuie să vă descurcați într-un păienjeniș de rețele.

Pentru a discuta în detaliu diferitele protocoale care sunt folosite în Internet, ar fi nevoie de scrierea unei cărți pentru fiecare dintre ele. În acest capitol, vom arunca numai o privire asupra relației dintre Internet, PC și elementele hardware pentru comunicație.

## Istoric

Determinarea originilor rețelei Internet depinde de cât de departe căutați în trecut. Dacă faceți o incursiune mai îndepărtată, veți descoperi că dezvoltarea rețelei Internet a început în anul 1958. Mama Internetului – adică organizația din care a luat naștere – a apărut pe lume ca o contramăsură la Sputnik. În luna octombrie 1957, U.R.S.S. a surprins întreaga suflare pământească prin lansarea primului satelit artificial și a făcut să pară că Statele Unite au rămas mult în urmă din punct de vedere tehnologic. Ca un răspuns la acest proiect, președintele Dwight D. Eisenhower a anunțat în luna ianuarie 1958 crearea Agenției pentru proiecte de cercetare avansată (Advanced Research Project Agency, pe scurt ARPA), ca o componentă a Departamentului de Apărare.

Și atunci, ca și acum, munca depusă de cercetătorii de la ARPA a presupus prelucrarea unei mari cantități de informații, multe dintre ele fiind stocate în diferite campusuri universitare din întreaga țară. Fiecare calculator, ca și colegiul în care era instalat, era el însuși o mică lume. Pentru a lucra la calculator, utilizatorul trebuia să vină personal la colegiu. Pentru a folosi și în altă parte rezultatele muncii la calculator, era nevoie de un poștaș cu bicepși mari care să transporte stivele cu benzi pe nouă piste dintr-un campus în altul. Informația nu ajungea de la un calculator la altul mai repede decât poșta obișnuită.

Bob Taylor, care lucra la ARPA în 1967, a avut ideea de a lega într-o rețea redundantă, bazată pe pachete, toate calculatoarele de la universitățile importante participante la programele agenției. În luna octombrie 1969, primii octeți au traversat ceea ce avea să devină ARPAnet prin legături de test care uneau Stanford Research Institute și University of California din Los Angeles. Până în decembrie 1969, erau operaționale patru noduri din acest sistem primitiv de lucru în rețea.

Sistemul a început să își formeze identitatea pe care o are astăzi o dată cu prima utilizare practică într-o rețea a protocolului de control al transmisiilor (Transmission Control Protocol, prescurtat TCP) în luna iulie 1977. TCP a fost folosit demonstrativ pentru a face legătura dintre o rețea radio care lucra cu pachete, SATnet, și ARPAnet. Apoi, la începutul anului 1978, TCP a fost împărțit în două: prima componentă, care avea rolul de a sparge mesajele în pachete, de a le reasambla după transmisie, de a păstra ordinea pachetelor și de a efectua controlul erorilor, a păstrat numele TCP, iar a doua componentă, un protocol care se ocupa cu rutarea pachetelor prin traseele rețelei, a fost numită Internet Protocol. Împreună, cele două componente formează TCP/IP, protocolul fundamental din Internetul de astăzi.

Dacă Internetul are o zi de naștere, aceasta a fost 1 ianuarie 1983, când ARPAnet a trecut de la vechiul protocol de control al rețelei (Network Control Protocol) la TCP/IP. (În acea perioadă, ARPAnet era doar una dintre numeroasele rețele care foloseau TCP/IP). Pentru a oferi o interfață mai prietenoasă comunicațiilor cu sistemele de calculatoare situate la distanță, Tim Berners-Lee, care lucra în 1990 la CERN în Geneva, a inventat World Wide Web.

Ultima etapă importantă în dezvoltarea Internetului de astăzi a fost anul 1991. În acel an, National Science Foundation, care superviza modul de operare în Internet, a ridicat restricțiile anterioare impuse domeniului comercial. Astfel a apărut piața liberă pentru orice.

## Structură

Cel mai bun punct de vedere asupra rețelei Internet îl aveți dacă urmăriți un pachet expediat de la PC-ul dumneavoastră. Când deschideți o sesiune de lucru pe un sit Web, practic trimiteți o comandă unui server situat la distanță prin care îi cereți să descarce o pagină cu date pe calculatorul dumneavoastră. Browserul Web pe care îl folosiți introduce această comandă într-un pachet având adresa serverului pe care este stocată pagina dorită. PC-ul dumneavoastră transmite pachetul modemului (sau adaptorului terminal), care o transmite pe linia telefonică sau pe o altă conexiune la *furnizorul de servicii Internet* (*Internet Service Provider* sau ISP).

Furnizorul de servicii Internet (ISP) are de fapt funcția de reexpediere a mesajelor. La nivelul ISP, mesajul dumneavoastră este combinat cu cele primite de ISP de la alte PC-uri și este transmis printr-o conexiune de mare viteză (cel puțin așa sperați dumneavoastră) către un alt concentrator, care expediază eventual pachetul la unul din cele cinci centre regionale (din Statele Unite ale Americii, care se găsesc în New York, Chicago, San Francisco, Los Angeles și Maryland). În aceste centre, cei mai importanți transportatori de date din Internet schimbă semnale între ei, dirijând pachetele de la modemul dumneavoastră către prestatorul care le va transporta la destinație pe baza adresei Internet pe care o conțin.

Una din slăbiciunile actualului Internet este modul de adresare. Toate adresele Internet sunt globale. Formatul adresei nu permite, nici dumneavoastră și nici unui calculator, să aflați locul unde se găsește destinatarul sau modul în care vă conectați la el (ceea ce este mult mai important). Pentru a ușura expedierea pachetelor la adresele corecte, echipamentele de rutare din centrele regionale Internet păstrează tabele foarte mari de adrese utile. Fără astfel de ghiduri, pachetele ar rătăci prin întreaga lume în căutarea adresei destinatarului. Mai rău este că actuala convenție de numire utilizată în Internet, care atribuie adrese pe 32 de biți, nu posedă dimensiunea necesară pentru a compatibiliza toate aplicațiile viitoare din rețeaua Internet. Unii experți cred că spre sfârșitul secolului rețeaua Internet va rămâne pur și simplu fără adrese disponibile – depinde de pesimismul expertului interogat dacă acest eveniment va avea loc înainte sau după trecerea în noul mileniu.

Există o inițiativă nouă, Internet II, care are o schemă de adresare îmbunătățită ce evită această problemă, însă dezvoltatorii acestui proiect au de gând să îl păstreze ca pe o legătură ne-comercială între universități.

Adresele Internet sunt separate și distincte de numele de domenii folosite pe post de adrese URL (Uniform Resource Locator sau URL) prin care specificați paginile Web. Numele de domeniu vă oferă informații utile asupra destinatarului într-un limbaj aproape natural. Ca orice lucru din domeniul calculatoarelor, și adresele Internet sunt coduri binare.

Nici numele de domenii nu sunt suficiente. Constituie o problemă din ce în ce mai mare găsirea unui nume inteligent și plin de înțeles pentru un sit Web. Crezând că una dintre cauzele insuficienței adreselor URL a fost numărul relativ redus de sufixe disponibile, una dintre agențiile responsabile pentru acordarea de nume în Internet, International Ad Hoc Committee, a propus șapte sufixe suplimentare pe lângă cele șase deja folosite în Statele Unite și sufixele naționale utilizate în întreaga lume (.US pentru Statele Unite, .CA pentru Canada, .RO pentru România și așa mai departe). În Tabelul 22.6 sunt listate toate sufixele existente.

**Tabelul 22.6** Sufixele pentru numele de domenii folosite în rețeaua Internet în Statele Unite ale Americii

| *Terminație* | *Domeniu* |
|---|---|
| .arts | Grupuri culturale |
| .com | Firme și persoane fizice |
| .edu | Școli |
| .firm | Firme |
| .gov | Organizații guvernamentale |
| .info | Servicii de informații |
| .mil | Domeniul militar |
| .net | Furnizori de servicii Internet |
| .org | Grupuri și organizații |
| .nom | Persoane fizice |
| .rec | Situri de recreație |
| .store | Comercianți |
| .web | Organizații referitoare la Web |

## Modul de operare

World Wide Web este componenta cea mai plăcută și mai fascinantă din Internet. Însă, în ciuda aparențelor, Web-ul nu se deosebește de nici un alt protocol de transfer de fișiere. Când apelați o pagină din Web, serverul situat la distanță descarcă foarte simplu un fișier pe PC-ul dumneavoastră. Browserul Web pe care îl folosiți decodifică pagina respectivă, executând comenzile încapsulate în ea, de modificare a fonturilor și de afișare a imaginilor în locurile corespunzătoare. Cele mai multe browsere Web utilizează o zonă de memorie cache în care păstrează câteva pagini (sau chiar câțiva megaocteți) de informații din fișier, astfel încât atunci când reveniți pe o pagină anterioară, nu sunteți nevoit să așteptați încă o dată descărcarea acesteia.

Comenzile de afișare a textului sunt scrise într-un limbaj propriu, denumit *Hypertext Markup Language* sau HTML. Deși sună cumva exotic și pare de speriat, HTML nu este decât un sistem de codare, care combină informațiile de formatare (în formă textuală) cu textul propriu-zis dintr-un document. Browserul dumneavoastră citește comenzile de formatare, care sunt identificate printr-un prefix special, astfel încât să poată fi recunoscute de browser, și organizează textul în concordanță cu acestea, aranjându-l în pagină, selectând fonturile și accentele corespunzătoare și combinând elementele grafice.

Scrierea în HTML se rezumă la cunoașterea codurilor corecte și a locurilor în care pot fi plasate. *Instrumentele de creație Web (Web Authoring)* includ comenzile corespunzătoare sub forma unor interfețe organizate pe meniuri, astfel încât nu este cazul să le memorați.

## Limitele de performanță

Legarea la Internet presupune existența atât a unor resurse hardware, cât și a unor componente software. Echipamentele hardware sunt foarte diverse. Cu toate acestea, majoritatea utilizatorilor se conectează pe linii telefonice standard cu ajutorul unui modem.

Dacă accesul dumneavoastră la Internet prin modem sau prin conexiunea digitală nu este așa de rapid cum v-ați dorit, sunteți bine venit în clubul nemulțumiților. Așa cum ducesa de Windsor nu a spus niciodată, „Nu puteți fi niciodată prea bogat sau prea slab și nici nu puteți avea o conexiune suficient de rapidă". Tuturor le-ar plăcea să vadă cum paginile Web sunt descărcate instantaneu. Dacă nu se poate așa, ar fi mulțumiți până la urmă dacă încărcarea paginilor ar dura doar câteva secunde. Dacă nu se poate nici așa, ar fi mulțumiți până la urmă și dacă transferul s-ar termina înainte de începutul următoarei ere glaciare.

Metoda cea mai tentantă de creștere a vitezei de lucru în Internet este modernizarea modemului – adică trecerea de la modelul de 28,8 Kbps la un model de 33,6 sau 56 Kbps. Dacă veți proceda astfel, veți fi puțin surprins – veți observa o modificare mică a vitezei de acces. Există doi factori care pot determina îmbunătățirea prea mică a vitezei de lucru: ați adăugat mai puțină viteză decât ați crezut și ați adăugat viteză unde nu trebuia.

În cazul modemurilor analogice, vitezele mari de transfer depind de calitatea conexiunii. Atingerea unei performanțe optime de către un modem de 33,6 Kbps presupune existența unei linii telefonice aproape perfecte. De asemenea, cele mai multe conexiuni interurbane oferă cu greu condiții pentru utilizarea întregii lățimi de bandă a unui modem de 28,8 Kbps. Schimbarea modemului nu are cum să vă îmbunătățească conexiunea (probabil că nici compania telefonică la care sunteți abonat nu va face nimic pentru îmbunătățirea conexiunii). Deoarece modemurile de 56 Kbps nu se bazează pe tehnologia de modulare, ele creează speranțe mai mari în obținerea unor viteze superioare, însă au și ele propriile limitări. Schema asimetrică pe baza căreia sunt construite presupune creșterea de viteză într-o singură direcție, spre dumneavoastră (iar acesta nu este un defect chiar atât de mare...). De asemenea, aceste modemuri sunt dependente de calitatea liniei – pentru a obține performanțe optime, aveți nevoie de cele mai bune linii. A treia cerință impusă de modemurile de 56 Kbps este ca furnizorul de servicii Internet să vă ofere acces pe 56 Kbps.

Orice modificare în sistemul dumneavoastră de acces în Internet – fie aceasta modernizarea modemului sau trecerea la un serviciu digital – poate releva marele secret: operați în locul greșit. Vă reamintesc bucuria obținerii accesului în Internet printr-o conexiune T1, numai pentru a descoperi că nu este mai rapid decât vechiul și lentul meu modem de 28,8 Kbps. Încetinirea nu se datora conexiunii locale, ci chiar Internetului.

Puteți verifica foarte ușor unde a apărut strangularea în rețea, pentru a vedea ce puteți face pentru a o îndepărta. Alegeți un fișier de dimensiune mare și transferați-l la ora când lucrați de obicei în Internet. Apoi, treziți-vă mai devreme într-o zi și încercați să transferați același fișier pe la ora șase dimineața sau chiar mai devreme, când traficul din Internet ar trebui să fie mai scăzut. Dacă observați o deosebire apreciabilă în timpii de răspuns și de descărcare, înseamnă că un modem mai rapid nu are cum să mărească substanțial viteza de lucru on-line. Restricțiile nu apar din cauza PC-ului dumneavoastră, ci a serverului și a rețelei.

## Securitatea

Așa cum a fost conceput inițial, Internetul nu oferă numai mijloacele de a transmite mesaje între PC-uri. Această rețea a fost proiectată ca o legătură între sistemele de calculatoare, care permitea oamenilor de știință să folosească în comun mașinile. De exemplu, un cercetător din Boston putea rula programe pe un sistem de calcul din San Francisco. Comenzile adresate calculatoarelor erau transmise pe fire, la fel de ușor ca imaginile grafice și cuvintele. Pentru calculator și Internet, ele reprezentau toate datele necesare.

Multe dintre afacerile costisitoare legate de conectarea la Internet implică distrugerea muncii primilor realizatori ai rețelei Internet. Primul lucru care este instalat este un *parafoc (firewall)*, care împiedică persoanele nedorite să preia controlul rețelei de calculatoare interne dintr-o firmă. Cu toate acestea, vigilența trebuie să fie permanentă pentru că există suficienți hackeri care caută fisuri în sistemele de securitate proprii Internetului.

Poate cineva să pătrundă în PC-ul dumneavoastră prin Internet? Este posibil, fără nici o îndoială. Însă adevărul este că operația de căutare prin calculatorul unei persoane este la fel de interesantă ca scotocirea prin sertarul său cu ciorapi. În afară de aceasta, numărul de PC-uri conectate la Internet face aproape imposibilă (statistic vorbind) preluarea controlului PC-ului dumneavoastră de vreun rătăcitor James Bond al zilelor noastre, în special pentru că există lucruri mult mai interesante (și mai provocatoare) – cum ar fi rețelele companiilor multimiliardare, ale colegiilor, ale agențiilor guvernamentale și ale organizațiilor militare.

Singura slăbiciune în argumentul prezentat mai sus este presupunerea că persoana care intră pe PC-ul dumneavoastră este capabilă să gândească. Chiar și un calculator personal puțin performant și neinteresant, pe care nu este încărcată decât a doua versiune din Microsoft Office, poate fi ținta unui terorist al calculatoarelor. Fiind în general o persoană care nu își mai face nici un fel de probleme de moralitate, teroristul pe calculator vă consideră o țintă, la fel ca pe oricare alt utilizator dintr-o lume care i-a cauzat frustrare sau pur și simplu plictiseală. Echivalentul digital al unei bombe plasate de un astfel de terorist este un virus de calculator.

Un virus de calculator este un cod de program introdus pe PC-ul dumneavoastră fără permisiune. Numele, ca o metaforă care are în vedere boala contagioasă, este foarte potrivit. Ca și în cazul unui virus uman, un virus de calculator nu se poate reproduce de unul singur – el preia comanda PC-ului și folosește resursele acestuia pentru a se duplica. Virușii de calculator sunt contagioși prin faptul că pot fi copiați de pe o mașină pe alta. În funcție de efectul produs, virușii de calculator variază de la cei mortali (care curăță întregul conținut al hard-discului) până la cei inofensivi (care afișează un simplu mesaj pe ecranul monitorului). Însă virușii de calculator nu sunt decât un simplu cod digital și sunt specifici unui anumit tip de mașină. Dumneavoastră nu vă puteți contamina cu un astfel de virus și nici aparatul de prăjit pâine sau calculatorul PDA.

Cei mai mulți viruși de calculator sunt izolați în PC-ul dumneavoastră și stau în așteptare. Când are loc un anumit eveniment – de exemplu, într-o anumită dată calendaristică – ei trec la acțiune, efectuând acțiunile îngrozitoare pentru care au fost programați. Pentru a continua să infecteze și alte PC-uri, virușii se clonează și se autocopiază pe discurile folosite pe PC. În general, virușii își adaugă codul la un alt program executabil de pe calculator. Ei nu pot face nimic până când programul infectat nu este lansat în execuție. Realizatorilor de viruși le place să atașeze viruși proprii la unele componente ale sistemului de operare, astfel încât codul să fie încărcat în memorie la fiecare pornire a PC-ului. Deoarece programele antivirus și sistemele de operare mai

noi detectează acum astfel de viruși, realizatorii de viruși au adoptat alte tactici. Una dintre ultimele variante este virusul de macrocomenzi, care este executat ca o macroinstrucțiune la un program. Pentru aceasta, virusul este scris într-un limbaj de nivel înalt, care scapă detectării de către programele antivirus. Desigur, de fiecare dată când apare un virus nou, realizatorii de programe antivirus își actualizează produsele. În prezent, toți virușii macrocomenzi obișnuiți de pot fi detectați, însă continuă să apară alții noi.

Virușii pătrund în PC-ul dumneavoastră pentru că le permiteți. Ei pot pătrunde pe orice conexiune a PC-ului cu exteriorul, incluzând aici dischetele și legătura on-line. În principiu, operația de răsfoire a unor pagini Web nu este riscantă, pentru că limbajul HTTP nu este folosit de programele executabile. Însă poate fi folosit de programele plug-in. Ori de câte ori descărcați un fișier, riscați să aduceți și un virus pe calculator. Programele software și driverele copiate din rețea pot fi purtătoare de viruși. Majoritatea administratorilor de sisteme Web fac tot ce cred că este mai bine pentru ca virușii să poată fi detectați înainte să acționeze. Ar trebui să fiți foarte atent întotdeauna când descărcați un program de pe un sit cu o reputație nu prea bună (sau necunoscut).

Nu există viruși de subbandă sau de subpurtătoare care să se strecoare în PC-ul dumneavoastră printr-o „subbandă“ din transmisiile modemului. Chiar dacă ar putea fi schimbat modul de operare al unui modem, astfel încât să fie adăugată o modulatoare nouă, invizibilă pentru acesta, informația codificată de această undă nu ar ajunge niciodată pe PC-ul dumneavoastră. Înainte să fie citit de microprocesorul calculatorului, fiecare octet primit de la un modem analogic trebuie să treacă prin circuitul UART din modem sau din portul serial. Practic, modemul nici nu are facilitatea de a lega un semnal de bandă laterală la fluxul principal de date (chiar dacă ar fi posibilă transmiterea unui astfel de semnal secundar).

## Faxul

Aproape toate modemurile de mare viteză comercializate în zilele noastre au funcții de fax încorporate. Această opțiune suplimentară a rezultat din cererea foarte mare pentru serviciul de fax în lumea afacerilor, combinată cu costul foarte mic de atașare a funcțiilor de fax la un modem modern. Tot ceea ce este necesar pentru fax este inclus în seturile de cipuri care fac posibile comunicațiile prin modemurile obișnuite de mare viteză.

Cu toate acestea, sunt puțini utilizatorii care recurg la funcțiile de fax ale modemurilor moderne pentru PC-uri. Deși acum aproape toate tipurile de modemuri oferă PC-urilor atât funcția de transmitere, cât și funcția de recepție a faxurilor, un studiu de cinci ani realizat de Organizația Gallup și publicat în revista *Wall Street Journal* (23 aprilie 1996) a indicat că 90% din angajații companiilor care au fost studiate au folosit aparate de fax independente și nu software-ul de fax de pe PC. În firmele mai mici, în care bugetele alocate sunt problematice, cam 80% din angajați preferau să utilizeze faxul independent și nu cel instalat pe PC. Pe de altă parte, studiul a descoperit că majoritatea utilizatorilor de fax (cam 60 de procente) credeau că faxurile independente garantează cele mai sigure comunicații și cele mai rapide răspunsuri în comparație cu poșta electronică (e-mail), poșta vocală (voice mail) și serviciile de curierat (overnight courier services). N-a surprins pe nimeni faptul că printre sponsorii studiului s-a numărat și producătorul de aparate de fax Pitney-Bowes Facsimile Systems.

Totuși, există milioane sau zeci de milioane de utilizatori care folosesc PC-urile pentru transmiterea de faxuri. Cu ajutorul programelor software pentru fax, care fac expedierea

unui fax la fel de simplă ca tipărirea unei scrisori (și mai mult decât atât – nu mai sunt necesare cartușe de cerneală, toner sau hârtie), este aproape sigur că aceste procente se vor inversa. Documentele existente deja pe hârtie vor rămâne probabil în grija aparatelor de fax independente, însă pentru transmiterea celor create pe PC cea mai bună soluție este fax-modemul.

## Elemente de bază

Faxul, al cărui nume este prescurtarea pentru *facsimile transmissions (transmisii de facsimile)*, dă puterea sistemului de teleportare de pe Star Trek (de obicei fără extratereștri și pirotehniști) oricui dorește să expedieze un document undeva în lume, cu viteza luminii. Deși prin serviciul de fax nu se renunță la hârtie, acesta transmite imaginile și informația conținute de un document de pe un continent pe altul și reconstruiește documentul la capătul călătoriei sale aproape instantanee. Destinatarul primește o copie aproape exactă a originalului, un facsimil destul de rezonabil.

Din acest punct de vedere, faxul este ca un telecopiator – o mașină Xerox care leagă prin mii de kilometri de cablu locul în care este introdus originalul și locul în care apare copia. De fapt, vechile tipuri de telecopiatoare produse de Xerox Corporation au fost strămoșii aparatelor de fax din zilele noastre.

În prezent, serviciul de fax presupune utilizarea unui fax-modem, un dispozitiv care convertește paginile scanate într-un format compatibil cu sistemul telefonic internațional. Există și posibilitatea de a folosi un aparat de fax independent, care combină un fax-modem cu un scanner, o imprimantă și un aparat telefonic. În limbajul PC-urilor, termenul „fax-modem“ se referă și la plăcile adaptoare care pot fi introduse în sloturile de extensie și care oferă calculatorului gazdă capacitatea de a transmite și de a recepționa faxuri.

În cazul unui sistem clasic de fax, începeți lucrul prin apelarea unui sistem de fax situat la distanță, utilizând pentru aceasta suportul tactil al aparatului de fax, la fel cum procedați cu orice aparat telefonic obișnuit. Introduceți în scanner-ul faxului o coală de hârtie și pagina este rotită de un tambur prin fața unui fotodetector. La fel cum o imagine televizată este separată în foarte multe linii de baleiere, un fax scanează imaginile ca o serie de linii, una câte una, și pune cap la cap toate liniile scanate dintr-un document într-un flux continuu de informații. *Aparatul* de fax convertește fluxul de date într-o serie de tonuri modulate, pregătindu-le pentru transmiterea pe linia telefonică. După realizarea conexiunii cu destinatarul, un alt aparat de fax convertește fluxul de date în puncte albe și negre reprezentând imaginea originală, la fel cum un televizor reface o imagine TV. Rezultatul poate fi tipărit pe hârtie cu ajutorul unei imprimante termice sau cu laser.

Sistemele de fax de pe PC-uri pot elimina total hârtia. Programele software de fax pentru PC pot prelua imaginile electronice pe care le desenați sau „pictați“ în programe grafice specializate și le pot converti în formatul standard folosit pentru transmisiile de fax. După aceasta, un fax-modem din PC-ul dumneavoastră poate transmite aceste date la un aparat de fax standard, care convertește datele în format de copie hard. Există și posibilitatea ca sistemul de fax de pe PC să recepționeze o transmisie de la un apara de faxt standard și să salveze imaginea într-un fișier grafic. După această operație, puteți să convertiți fișierul în alt format grafic cu ajutorul unor produse software de conversie, să editați imaginea în programul de pictare preferat sau să transformați textul conținut în format ASCII cu ajutorul unui program OCR (de recunoaștere optică a caracterelor). Puteți chiar să vă transformați PC-ul în echivalentul unui aparat de fax standard atașându-i un scanner pentru a captura imagini de pe hârtie. Imprimanta

dumneavoastră va fi folosită pentru tipărirea mesajelor de fax recepționate, deși o va face la o viteză mai mică decât cea a unui aparat independent de fax.

Firmele mai mari, care au rețele de calculatoare personale, încorporează în aceste rețele servere de fax, pentru a permite angajaților să partajeze un dispozitiv comun în scopul expedierii faxurilor realizate cu ajutorul PC-ului. Serverul de fax elimină necesitatea ca fiecare PC din rețea să fie echipat cu propriul său fax-modem și să posede propria linie telefonică.

Însă serverele de fax au o mică problemă: recepționarea mesajelor; această problemă apare deoarece mesajele de fax convenționale nu oferă metode simple de rutare electronică printr-o rețea către destinatarul corespunzător. În scopul rezolvării acestei probleme, domeniul echipamentelor de fax dezvoltă standarde pentru funcțiile de subadresare. Subadresele (sau adresele secundare) vor fi de neprețuit pentru firmele cu rețele de PC-uri care folosesc servere de fax. Dacă se folosește tehnologia curentă, crearea pentru fiecare utilizator a unei cutii poștale private pentru fax înseamnă câte o linie telefonică separată. Folosind subadresarea, un singur server de fax poate recepționa toate mesajele de fax și le poate ruta către destinatarul corespunzător. Subadresa de fax va fi un simplu număr de cutie poștală atașat numărului telefonic principal. Această adresă va direcționa rutarea automată a mesajului printr-un server de faxuri din rețea către cutia poștală de fax a utilizatorului respectiv. Numărul de subadresă va fi transmis în timpul dialogului de confirmare dintre fax-modemuri și va fi independent de numărul telefonic principal.

Faxul instalat pe PC depășește clar faxurile independente prin funcțiile de gestionare puse la dispoziția utilizatorului. Programele software de fax pentru PC-uri pot difuza mesaje de fax pentru o listă poștală limitată doar de dimensiunea hard-discului, așteptând orele de dimineață, când taxele pentru distanțe mari sunt mai reduse. Puteți administra lista poștală la fel de ușor cum procedați cu orice altă bază de date de pe PC.

Conceptul de transmisie în facsimil nu este nou. În anul 1842, Alexander Bain a obținut patentul pentru un dispozitiv electromecanic care putea converti semnalele transmise prin firele telefonice în semne pe hârtie. Fotografiile din ziare, care se bazează pe aceleași principii, sunt folosite de foarte mult timp.

Folosirea pe scară largă a faxului în afaceri este însă un fenomen mult mai recent, iar dezvoltarea sa paralelă cu a calculatorului personal se datorează aceluiași motiv principal. Piața calculatoarelor desktop nu a înflorit până când industria nu a descoperit un standard pe care să se bazeze, IBM PC. În mod similar, creșterea explozivă a utilizării faxului a început numai după ce CCITT a adoptat standarde pentru transmisia datelor de tip facsimil.

## Standardele analogice

Sistemul inițial, denumit acum Grupa 1, se baza pe o tehnologie analogică și folosea codificarea prin decalarea frecvenței, la fel cum procedau modemurile de 300 de bauzi; un astfel de sistem transmitea o pagină de informație în șase minute. Grupa 2 a îmbunătățit această tehnologie analogică și a dublat viteza de transmisie, ajungând până la trei minute pentru o pagină.

## Grupa 3

Ruperea de trecut s-a produs în anul 1980, o dată cu adoptarea de către CCITT a protocolului de fax Grupa 3, care este complet digital. Folosind comprimarea datelor și modemuri care operează până la 14.400 de biți pe secundă, documentele de dimensiunea

unei pagini pot fi transmise cu ajutorul protocolului Grupa 3 în 20 până la 60 de secunde. Noile standarde de transmisie a faxurilor promit să crească rata de date de bază permisă de Grupa 3 până la 28.800 de biți pe secundă.

## Rezoluția

În standardul original Grupa 3, sunt posibile două niveluri de rezoluție sau de claritate a tipăririi: standard, care permite 1.728 de puncte pe orizontala paginii (cam 200 puncte pe inci) și 100 de puncte pe inci pe verticală, și fin, care dublează rezoluția verticală pentru a obține 200x200 dpi și presupune dublarea timpului de transmisie. Rezoluția fină aproape dublează și timpul necesar pentru transmiterea unei pagini de fax, deoarece datele care trebuie transferate sunt de două ori mai multe.

Versiunile mai noi ale standardului Grupa 3 permit folosirea mai multor rezoluții. Două noi rezoluții compensează ușoara alungire care se manifestă în documentele de tip fax când sunt generate și transmise în format pur electronic. Faxurile mai noi pot transmite și recepționa opțional la rezoluții de 204x98 pixeli pe inci în modul standard sau de 204x196 pixeli pe inci în modul fin. De asemenea, au mai fost stabilite două noi niveluri de rezoluție ridicată: 300x300 pixeli pe inci și 400x400 pixeli pe inci. Modul 300x300 pixeli pe inci permite aparatelor de fax, imprimantelor cu laser și scannerelor să folosească aceleași niveluri de rezoluție pentru imaginile de calitate mai bună la transferul acestora de la un dispozitiv la altul. Pentru a beneficia de avantajul acestor rezoluții, atât echipamentul de transmitere a faxurilor, cât și cel de recepție trebuie să accepte noile moduri de lucru.

## Rate de transfer al datelor

Viteza de bază a unei transmisii Grupa 3 depinde de standardul de comunicații de bază respectat de fax. Aceste standarde sunt similare cu standardele modemurilor de date. Cu excepția standardului V.34, modemurile de date și cele de fax operează cu standarde diferite, chiar când folosesc aceleași rate de transfer. Ca urmare, modemurile de date și cele de fax nu pot fi schimbate între ele, iar un modem care oferă funcții de fax la mare viteză (să spunem 9.600 bps) poate opera mult mai lent în modul de date (cam la viteza de 2.400 bps).

Protocolul Grupa 3 nu definește o singură viteză pentru transmisiile de fax, ci permite utilizarea oricărui standard dintr-o varietate de standarde de transmisie. La ratele de date de 2.400 și 4.800 de biți pe secundă, fax-modemurile operează sub standardul V.27ter. La 7.200 și 9.600 de biți pe secundă, ele respectă standardul V.29 (sau V.17, care încorporează aceste moduri V.29). La vitezele de 12.000 și 14.400 de biți pe secundă, fax-modemurile folosesc V.17. Standardul V.34 este valabil atât pentru fax-modemuri, cât și pentru modemurile de date care ating viteza de 28.800 de biți pe secundă. Noile standarde vor permite utilizarea protocolului de fax Grupa 3 sub ISDN și în alte servicii telefonice digitale viitoare.

Fax-modemurile sunt descrise de obicei prin standardele de comunicații acceptate sau prin rata maximă de date la care pot opera. Cele mai multe fax-modemuri moderne folosesc standardul V.17, care încorporează vitezele mai mici specificate de V.29. De asemenea, cele mai multe fax-modemuri permit regresul la standardul V.27ter în scopul conectării cu faxurile mai vechi și mai lente.

## Comprimarea

În cazul unui aparat de fax obișnuit, introduceți o coală de hârtie în aparat, efectuați apelul, iar aparatul stabilește legătura cu destinatarul. După negocierea conexiunii, aparatul de fax scanează pagina cu ajutorul unui fotodetector intern, care stabilește modelele de negru și alb de pe pagină, rând cu rând, la o rezoluție de 200 de puncte pe inci (dpi). Rezultă o serie de biți digitali 1 și 0, care corespund modelelor de negru și alb

la fiecare 1/200 dintr-un inci. Pentru a crește rata de date aparentă și pentru a scurta timpii de transmisie, aparatul de fax comprimă acest flux de date brute.

Comprimarea datelor face ca viteza reală de transmitere a unei pagini să fie dependentă de numărul detaliilor conținute de fiecare pagină. În timpul operării, algoritmul de comprimare a datelor reduce cantitatea de date care trebuie transferată cu un factor de la 5 la 10. Pe de altă parte, o conexiune telefonică de proastă calitate poate încetini transmisiile de fax și fax-modemurile regresează automat la viteze mai mici pentru a face față calității scăzute a liniei.

Faxurile din Grupa 3 pot folosi oricare dintre cele trei niveluri de comprimare a datelor denumite MH, MR și MMR. Un fax din Grupa 3 obișnuit include doar comprimarea MH. Celelalte sunt opționale, iar MMR este întâlnit mai rar. Pentru a fi sigur că anumite faxuri folosesc MR sau MMR, trebuie să verificați specificațiile tehnice.

MH este prescurtarea de la *Modified Huffman encoding (Cod Huffman modificat)* și mai este cunoscut și sub numele de cod unidimensional. A fost inclus în standardul Grupa 3 în anul 1980 pentru ca un aparat de fax să poată trimite o pagină completă în mai puțin de un minut printr-un modem V.27ter standard, care opera la viteza de 4.800 de biți pe secundă. Când se folosesc modemuri de 9.600 bps, acest timp se reduce la jumătate.

MR sau *Modified Read encoding (codul cu modificarea citirii)* a fost atașat ca opțiune puțin după adoptarea codului MH. MR începe cu un cod MH standard pentru prima linie de transmisie, însă codifică a doua linie după diferențele față de prima linie. Deoarece în imaginile fine datele se modifică puțin între liniile învecinate, de obicei cantitatea de informație referitoare la diferențele dintre linii este redusă. Pentru a preveni propagarea erorilor în întregul document, la a treia linie MR revine la codul MH. Cu alte cuvinte, liniile de scanare impare sunt comprimate cu codul MH, iar liniile pare conțin doar informațiile reprezentând diferențele față de linia anterioară. Dacă în cursul transmisiei se pierde o linie întreagă, MR limitează pierderea la maximum două linii. Per total, timpul de transmisie economisit prin trecerea de la MH la MR se cifrează la 15 sau 20 de procente, valoarea exactă depinzând de conținutul mesajului.

MMR sau *Modified Modified Read encoding (codul cu modificarea citirii modificat)* nu mai ia în calcul siguranța oferită de tehnica MR și înregistrează întreaga pagină sub forma unor informații bazate pe diferențe. În codul MMR, prima linie servește ca referință și este complet goală. Fiecare linie care urmează este codificată ca diferența față de linia precedentă. Însă, în această situație, o eroare apărută în oricare linie de pe pagină se va repeta în fiecare linie ulterioară, deci pierderea unei linii poate deforma conținutul întregii pagini. Pentru a ajuta la prevenirea unor astfel de probleme, codul MMR poate include propriul său mod de corectare a erorilor (ECM), prin care sistemul de fax destinatar poate cere retransmiterea oricăror linii eronate. În această situație, sunt actualizate doar liniile eronate, iar restul paginii este reconstruit pe baza noilor date. Codul MRR cu ECM reprezintă cea mai eficientă schemă folosită pentru comprimarea transmisiilor de fax și poate reduce la jumătate timpul necesar pentru transmisia unei pagini prin codul MH.

În loc să fie reținută sub forma unor puncte individuale, în codul MH (deci și în MR, și în MMR) modelul din biți al fiecărei linii de scanare este codificat în segmente scurte de linie, codul indicând numărul de puncte din fiecare segment. Aparatul de fax trimite sistemului de fax situat la distanță aceste date codificate după lungime. În semnalul transmis este inclusă o formă rudimentară de protecție la erori, însă biții care se pierd în

transmisie nu sunt reproduși în momentul reconstruirii paginii originale de către aparatul de fax de la distanță.

Codul exact utilizat de metoda MH într-un fax din Grupa 3 folosește patru grupuri de cod, două pentru secvențele de puncte albe și două pentru secvențele de puncte negre. Secvențele cu lungimea între 0 și 63 de puncte sunt codificate cu ajutorul *codurilor de terminare (terminating codes)*, care conțin numărul exact de puncte de o anumită culoare din segmentul respectiv. Dacă segmentul cu puncte de aceeași culoare scanat de pe hârtie are mai mult de 63 de puncte, MH îl codifică în două grupuri, un cod de terminare și *un cod de construcție (make-up code)*. Valoarea codului de construcție este dată de numărul de blocuri de câte 64 de puncte din segmentul unicolor.

### Transferul de fișiere binare

Funcțiile serviciului de fax nu reprezintă doar implementarea aceluiași standard ca la modemuri, ci o combinație în care sunt incluse și caracteristici ale comunicațiilor standard de date. De exemplu, noile fax-modemuri includ facilități de transfer de fișiere binare (Binary File Transfer), care le permit să transmită fișiere BFT de la un sistem de faxuri la altul la fel de ușor ca paginile unui document. Astfel, puteți trimite un fișier de la PC-ul dumneavoastră la o imprimantă situată la distanță sau la un PC, unde va fi recepționat automat. Fax-modemul situat la distanță răspunde la apel, realizează conexiunea și înregistrează fișierul cu aceeași atenție cu care ar fi tratată o pagină de fax obișnuită – și toate acestea fără ca cineva să supravegheze modemul.

## Grupa 4

În anul 1984, CCITT a aprobat un standard superperformant pentru facsimile (faxuri), Grupa 4, care permite obținerea unor rezoluții de până la 400x400 dpi, dar și viteze mai mari de transmisie în cazul în care se doresc rezoluții mai slabe. Deși nu ajung chiar la calitatea unei mașini tipografice (mașinile de fotoculegere sunt capabile să obțină rezoluții de până la 1.200 dpi), cele mai bune rezultate ale unui produs din Grupa 4 sunt aproximativ egale cu capacitatea de analiză a ochiului uman la o distanță de citire normală. Însă, în prezent, faxurile din Grupa 4 au nevoie de viteză mare, linii dedicate și nu operează ca dispozitive prin apel telefonic. Echipamentele din Grupa 3, care folosesc standarde noi, cu rezoluție mai mare, și sunt conectate la servicii digitale, oferă o variantă mai puțin costisitoare la standardul Grupa 4.

## Clasele de interfață

Ca și modemurile de date, fax-modemurile trebuie să se lege cu PC-ul dumneavoastră și cu software-ul conținut de acesta. Spre deosebire de modemurile de date, care sunt obligate să folosească un standard foarte vechi (setul de comenzi Hayes), fax-modemurile trebuie să respecte un singur standard. În ultimii ani, Electronics Industry Association (EIA) și Telecommunications Industry Association (TIA) au creat un standard care în principiu este un fel de extensie la setul de comenzi Hayes AT. Pentru a suporta și comunicații de fax din Grupa 3, acest standard a adoptat două clase de produse:

**Clasa 1** este cel mai vechi standard. În standardul Clasa 1, cea mai mare parte din operațiile de prelucrare a documentelor de fax este efectuată de software-ul de pe PC. Datele de fax rezultate sunt trimise modemului pentru transmisie directă. Protocolul include cerințe de apel automat, o interfață GSTN[1], conversia semnalului conform

1 GSTN – acronim pentru General Switch Telephone Network. Cunoscută anterior cu numele POTS (Plain Old Telephone Service), definește generic rețeaua publică de telefonie. (n. trad.)

seriei V de standarde, organizarea datelor în cadre, transparența și detectarea erorilor HDLC[1], comenzi de control și răspunsuri, precum și comenzi și recepție de date.

**Clasa 2** trece operația de pregătire a documentului de fax pentru transmisie în responsabilitatea fax-modemului. Hardware-ul modemului se ocupă de comprimarea datelor și de controlul erorilor în timpul transmisiei. Standardul Clasa 2 mai încorporează funcții suplimentare de control al fluxului și de identificare a stației, incluzând implementarea protocolului T.30, raportarea stării sesiunii de lucru, transferul de date în fază C, obținerea unui timp minim de scanare a liniilor, verificarea calității datelor recepționate și protocolul la nivel pachet pentru interfața DTE/DCE.

Prin aceste clase se realizează practic împărțirea sistemelor de fax bazate pe PC în funcție de cel mai semnificativ criteriu, care este software-ul. Hardware-ul unui fax-modem determină conexiunile care pot fi realizate, însă software-ul determină funcțiile de bază ale sistemului. Un fax-modem care acceptă mai multe standarde (clase sau protocoale) vă va permite să alegeți dintre mai multe produse software și vă va oferi o gamă mai mare de funcții.

# Instalarea

Procesul de instalare a unui modem este format de obicei din două etape. Prima etapă presupune pregătirea hardware-ului modemului prin configurarea fizică a comutatoarelor, introducerea într-un slot liber din PC (sau cuplarea la portul corespunzător) și, în final, conectarea lui la linia telefonică și, dacă se dorește, la aparatul telefonic. Însă pentru ca fax-modemul să poată funcționa, trebuie să efectuați și una sau două instalări software.

## Considerente de ordin fizic

Înainte de punerea în funcțiune, toate modemurile trebuie să fie pregătite din punct de vedere fizic – minimul îl reprezintă conectarea modemului la linia telefonică (sau la un alt serviciu). Pentru a se asigura că procesul de conectare va fi ușor, producătorii de modemuri folosesc configurații simple. Modemul este însoțit de un cablu, iar jackurile sale exterioare sunt marcate. Cum majoritatea utilizatorilor au cuplat măcar o dată un cablu telefonic, procesul nu este dificil. Complicațiile apar când trebuie să partajați un jack cu alte dispozitive sau aveți un modem extern.

Deseori, tipurile mai vechi de modemuri au nevoie de un alt gen de pregătire fizică. Acestea au câteva jumpere sau comutatoare prin care sunt controlate interfața și modul de operare al modemului. Pentru ca modemul să lucreze așa cum vreți dumneavoastră, va trebui să stabiliți corespunzător poziția acestor comutatoare.

Unele modemuri au două jackuri pe panoul din spate, ceea ce înseamnă că pot fi conectate în serie cu alte dispozitive telefonice. Aceste două jackuri nu sunt identice – primul (care de obicei are eticheta „Line“ – Linie) leagă modemul la linia telefonică, iar al doilea (numit de obicei „Phone“ – Telefon) are rolul de conectare la aparatul telefonic și de a anula semnalul către exterior în situațiile în care modemul este activ. Dacă inversați conexiunile, modemul nu va mai funcționa corect.

---

1 HDLC – acronim pentru High-level Data Link Control. Protocol de transferare a informațiilor adoptat de ISO. (n. trad.)

Dacă modemul dumneavoastră nu are decât un jack și doriți să conectați aparatul telefonic pe aceeași linie, va trebui să realizați o conexiune paralelă cu un adaptor cuplat la priza din perete, care vă pune la dispoziție două jackuri de ieșire. Cuplați modemul într-un jack și telefonul în celălalt. Fiți atent. Dacă ridicați receptorul telefonului în timp ce modemul lucrează, veți auzi în urechi zgomotul scos de modulatoarea modemului și veți introduce probabil erori în fluxul de date al modemului.

Și celelalte dispozitive telefonice se conectează asemănător. Rețineți însă că unele aparate de fax dedicate s-ar putea să aibă cerințe speciale de conectare. Este posibil ca aceste mașini să dorească să fie pe prima sau pe ultima poziție într-o conexiune serială. Pentru a fi sigur de tipul de conexiune preferat de aceasta, verificați manualul de instrucțiuni pe care l-ați primit la achiziționarea aparatului de fax.

## Software

Sistemele de operare mai vechi nu oferă suport pentru modemurile interne. Ele vă cer să instalați modemul în fiecare aplicație pe care doriți să o folosiți. Instalarea poate varia de la simpla specificare a tipului de modem până la introducerea manuală a șirurilor de configurare și a comenzilor folosite de modem. Din fericire, în trecut majoritatea utilizatorilor nu aveau decât una sau două aplicații care foloseau modemul; la un număr mai mare de instalări, operația putea deveni plictisitoare.

Sistemele de operare moderne, cum este Windows, includ servicii și pentru modemurile interne. Dumneavoastră, ca utilizator, instalați o singură dată modemul pentru sistemul de operare și apoi toate aplicațiile rulate sub sistemul de operare respectiv au acces la modem printr-o interfață API inclusă în sistemul de operare. Cu alte cuvinte, operația de instalare a modemului nu este efectuată decât o singură dată.

Sistemele de operare mai vechi (cum este Windows 3.1) cereau configurarea manuală a modemului, iar aplicațiile vă solicitau deseori introducerea de la tastatură a șirurilor de configurare corespunzătoare. Începând cu versiunea Windows 95, sistemul de operare integrează modemul în structura sa de drivere și de interfețe de aplicație. Windows folosește pentru controlul modemului aceeași arhitectură ierarhizată ca în cazul tuturor interfețelor hardware.

### Structură

Familia de sisteme de operare Windows separă modemurile și sistemele de comunicații care au legătură cu acestea pe trei niveluri: drivere pentru portul de comunicație, driverul universal pentru modem și interfața de comunicație API Win32.

Driverul pentru port controlează modul de operare al portului la care este legat modemul. În mod obișnuit, acest port este de tip serial, însă există destule situații în care sunt folosite porturi cu posibilități extinse de lucru (ECP) și, în cele mai noi sisteme de operare, magistrala serială universală (Universal Serial Bus).

Driverul universal pentru modem din Windows, denumit UniModem, este elementul cheie care elimină cerința de învățare a limbajului unui modem (sau, în cazul programatorilor, al tuturor modemurilor). UniModem realizează legătura cu modemul printr-un minidriver furnizat de producătorul modemului sau, în cazul modemurilor mai cunoscute, inclus în sistemul de operare. Driverul transmite comanda de ocupare a liniei telefonice de către modem, de apel și de conectare printr-un anumit protocol.

La celălalt capăt, există interfața de programare a aplicațiilor de comunicații (Telephony Application Programming Interface sau TAPI), care oferă programatorilor un set standard de apeluri ale funcțiilor modemului. În loc să trimită comenzi hardware direct la modem, programatorul folosește un apel TAPI pentru a transmite modemului ce să facă. TAPI mai are un nivel, interfața furnizorului de servicii (Service Provider Interface), prin care se stabilește conexiunea cu o anumită rețea telefonică.

## Identificarea modemului

Soluția pentru eliminarea problemelor legate de configurarea corectă a modemului este identificarea acestuia de către sistemul de operare. Windows pune la dispoziție mai multe metode de identificare a modemului, multe dintre ele fiind automate. În cazul ideal, modemul se va conforma specificațiilor Plug-and-Play, iar sistemul Windows îi poate determina automat caracteristicile la fiecare încărcare a PC-ului. În cazul modemurilor externe, această recunoaștere presupune existența unui firmware care să fie capabil să răspundă cu informațiile corespunzătoare la cererea de identificare Plug-and-Play.

În cazul în care nu există o conformitate cu normele Plug-and-Play, sistemul Windows identifică modemurile cu ajutorul unei proceduri proprii de configurare hardware. O problemă destul de importantă este că cel mai cunoscut set de comenzi pentru modemuri, setul de comenzi AT, nu include nici o funcție de identificare a modemului. Ca urmare a acestei lipse, modemurile mai vechi nu pot comunica PC-ului de ce tip sunt (cel puțin direct). Pentru a identifica un modem mai vechi, Windows trimite câteva comenzi modemului, verifică răspunsurile primite și le compară cu o bază de date cu informații cunoscute despre modemuri.

Această procedură nu reușește întotdeauna. Rezultatele determinate de sistemul Windows pot fi neconcludente, deci este nevoie să le mai verificați încă o dată. În cel mai rău caz, trebuie să mai parcurgeți o dată procedura de instalare hardware a modemului sau să modificați foaia de proprietăți Modem Properties pentru a comunica sistemului Windows ce tip de modem aveți.

În Windows 95, instalarea modemului este o componentă a aplicației wizard de instalare a hardware-ului. Utilizatorul selectează aplicația wizard în dosarul Control Panel (respectiv Add New Hardware). Pentru instalarea unui modem, nu este indicat să alegeți opțiunea de căutare automată a componentelor hardware noi (decât dacă doriți să pierdeți toată după amiaza în timp ce Windows verifică toate opțiunile posibile de instalare hardware), ci alegeți direct tipul de dispozitiv pe care doriți să îl instalați. Selectați opțiunea Modem, așa cum este prezentat în Figura 22.9.

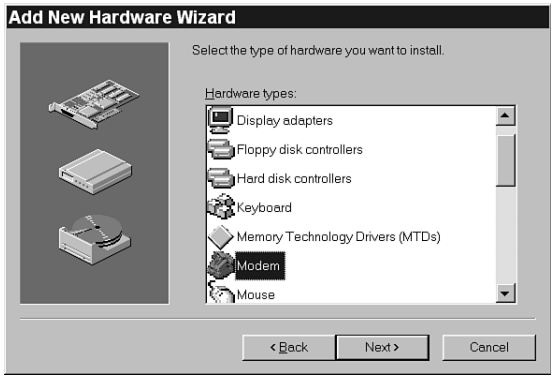
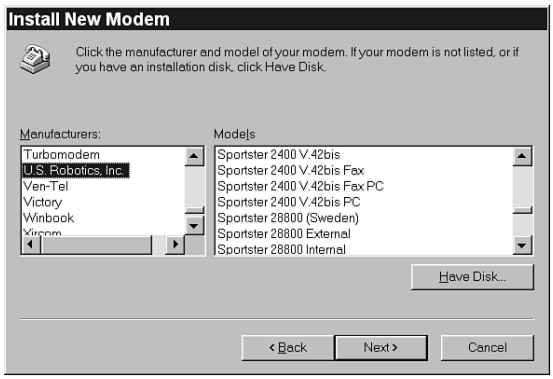



**FIGURA 22.9**
*Caseta de dialog Add New Hardware Wizard din sistemul Windows.*

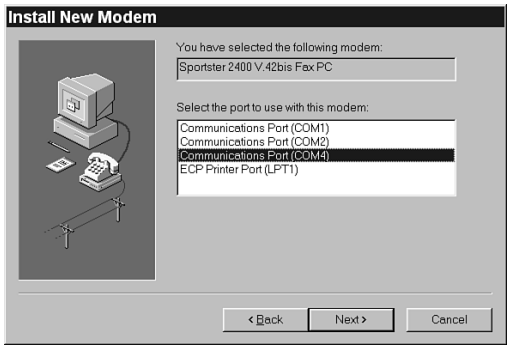
Sistemul Windows se va oferi din nou să detecteze automat modemul. Cu toate că această operație este reușită în majoritatea cazurilor, este preferabil să economisiți timpul prin

**FIGURA 22.10**
*Selectarea unui producător și a unui model de modem în sistemul Windows.*




specificarea explicită a producătorului (mărcii de fabrică) și a tipului (modelului) de modem pe care doriți să îl instalați. Pentru aceasta, selectați producătorul modemului și apoi modelul, așa cum este prezentat în Figura 22.10.

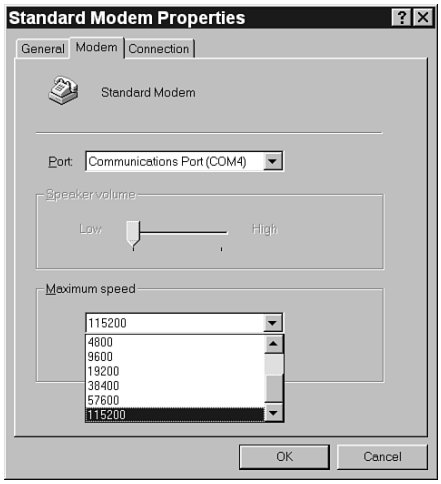
**FIGURA 22.11**
*Selectarea unui port de conectare pentru modem în Windows.*


Install New Modem
You have selected the following modem:
Sportster 2400 V.42bis Fax PC
Select the port to use with this modem:
Communications Port (COM1)
Communications Port (COM2)
Communications Port (COM4)
ECP Printer Port (LPT1)
< Back
Next >
Cancel

Dacă modemul dumneavoastră nu face parte din lista de dispozitive pentru care Windows are suport încorporat, selectați opțiunea Have Disk și folosiți discheta cu driverul furnizat de producătorul modemului.

Deoarece sistemul Windows trebuie să comunice într-un fel cu modemul, trebuie să specificați portul pe care îl va folosi. În acest moment, Windows nu a verificat încă dacă modemul dumneavoastră a fost instalat pe un anumit port, deci este cazul să îl informați. Folosiți setările stabilite în timpul operației de configurare hardware a modemului. Specificați aceste valori alegând opțiunile oferite de Windows, așa cum este prezentat în Figura 22.11.

**FIGURA 22.12**
*Modificarea vitezei de lucru a modemului în Windows.*




Cu ajutorul driverului software, sistemul Windows și aplicațiile pot prelua controlul asupra tuturor funcțiilor modemului. Astfel, aplicațiile pot modifica valorile de configurare după cum au nevoie. Însă, uneori, s-ar putea să doriți schimbarea deciziilor programelor.

Puteți investiga sau stabili valorile de configurare pentru modemul dumneavoastră prin două metode: fie prin Device Manager, pe care îl puteți accesa prin pictograma System din Control Manager, fie prin pictograma Modem. Foaia de proprietăți Modem Properties vă oferă acces la multe dintre controalele care vă sunt disponibile. Figura 22.12 prezintă

eticheta Modem a foii de proprietăți, care vă permite să selectați viteza maximă pe care o poate folosi modemul dumneavoastră.

Pe lângă aceste proprietăți globale ale modemului, fiecare conexiune presupune stabilirea unor valori de configurare individuale. De exemplu, fiecare serviciu la care vă conectați presupune stabilirea propriului său număr telefonic. Puteți atribui aceste valori de configurare (și puteți modifica valorile altor opțiuni) prin foaia de proprietăți Dialing Settings, care este disponibilă în aplicația specifică.

# Capitolul 23
# Lucrul în rețea

*Rețelele leagă împreună de la două până la mii de PC-uri, permițându-le să folosească în comun fișiere și alte resurse. În plus, o rețea poate centraliza gestionarea unui grup mare de PC-uri, astfel că toate operațiile cerute de coordonarea securității, salvarea de siguranță, modernizări și control se pot desfășura dintr-un singur loc. În prezent, lucrul în rețea a devenit atât de important pentru operațiile uzuale efectuate de calculatoarele personale, încât este încorporat în noile sisteme de operare și este folosit atât la domiciliu, cât și la birou.*

Ce trebuie să știți ca să înțelegeți o mică rețea de PC-uri

| *Caracteristică de rețea* | *Scurtă descriere* |
|---|---|
| Topologie | Modul fizic în care sunt conectate împreună PC-urile și serverele (dacă există). |
| Ierarhie | Organizarea logică a unei rețele – dacă toate PC-urile sunt egale sau există unul sau mai multe servere cu rol dominant. |
| Funcții | Ce face o rețea pentru dumneavoastră, incluzând partajarea de fișiere, imprimante și alte resurse. |
| Standarde | Specificațiile unitare care vă garantează compatibilitatea componentelor rețelei. În prezent, cele mai răspândite sunt 10Base-T și 100Base-T. |
| Componente | Hardware-ul pe care îl folosiți pentru a construi rețeaua, incluzând cartelele cu interfață de rețea, distribuitoarele și sistemul de cablare. |
| Software | O ierarhie stratificată de programe care fac rețeaua să lucreze, incluzând protocoalele și serviciile. |

De unele singure, PC-urile nu vor putea prelua niciodată funcțiile sistemelor mainframe sau ale altor sisteme mari de calcul. Sistemele mari au un avantaj foarte important din punct de vedere comercial: sunt capabile să lege toți utilizatorii la un dispozitiv. Ele nu numai că permit partajarea datelor, dar și cer acest lucru. Sistemul mainframe păstrează datele (ca și toată puterea de calcul) într-o singură locație centralizată. Toți utilizatorii pot avea access la aceleași informații și pot lucra împreună la proiecte, comunicând unul cu celălalt prin intermediul calculatorului central.

Rețeaua oferă conectivitatea care dă întregului grup de calculatoare personale o putere colectivă mult mai mare decât cea a unui sistem mainframe. Oriunde există două sau mai multe PC-uri, caracteristicile și facilitățile introduse de o rețea pot ușura lucrul cu calculatorul personal, oferind condiții mai bune de operare și mai multă putere de calcul.

Problema de care vă loviți în operația de legare a unui PC la o rețea este aceeași pe care o întâmpină un copil care are mai mulți frați – trebuie să învețe să se joace împreună cu aceleași jucării. După ce copiii învață să se joace împreună, în casă este mai multă liniște, mai multă înțelegere și sunt mai puține certuri. Când PC-urile sunt configurate pentru a lucra împreună, beneficiați de avantajul partajării fișierelor și a celorlalte resurse, de o

gestionare centralizată (incluzând capacitatea de a realiza copii de siguranță ale tuturor PC-urilor dintr-o singură locație sau de a folosi un singur PC pentru a efectua salvările de siguranță pentru toate celelalte calculatoare legate în rețea) și de o comunicație mult îmbunătățită între colaboratorii dumneavoastră de afaceri.

Dezavantajul principal al conectivității este faptul că rețelele de calculatoare sunt mai greu de înțeles și de administrat chiar decât o clasă de adolescenți. Ele au propriile reguli, propriul lor sistem de valori, propriile cerințe hardware și chiar propriul lor limbaj. Dacă ascultați întâmplător o conversație între mai mulți adepți ai rețelelor, s-ar putea să credeți că extratereștrii de pe planeta Oxy-10 au reușit să invadeze Pământul. Pentru a înțelege ceva, trebuie să cunoașteți câteva noțiuni de bază despre standarde, arhitecturi și protocoale. Instalarea unui sistem de operare de rețea poate ocupa mai multe zile din viața unor administratori de sistem, iar descifrarea particularităților acestuia poate ține utilizatorii și operatorii nelămuriți timp de mai multe săptămâni. Adaptoarele gazdă de rețea se dovedesc deseori incompatibile cu celelalte componente hardware ale PC-ului, cererile lor de întreruperi și adrese I/O intrând în conflict cu ale plăcilor SCSI, ale controllerelor de porturi și ale altor echipamente periferice. Iar realizarea cablării pentru o rețea este ca și când ai croșeta ceva purtând mănuși de box în timpul unui ciclon care a întrerupt alimentarea cu curent electric și a stins lumânările și ultimele dumneavoastră raze de speranță.

Dar nimeni nu s-ar complica să realizeze o rețea dacă nu ar obține avantaje. Partajarea fișierelor prin rețea elimină una din sursele principale de pierdere a datelor, adică duplicarea înregistrărilor și neactualizarea la timp a tuturor fișierelor. Mai mult decât atât, o rețea vă permite să lucrați organizat. Aveți posibilitatea să plasați toate fișierele importante într-o singură locație centrală, unde sunt mai ușor de protejat, atât de distrugeri, cât și de sustrageri. În loc să vă faceți o grămadă de probleme cu salvarea individuală a informațiilor de pe o jumătate de duzină de PC-uri, puteți să efectuați operația cu o simplă comandă. Serviciul de poștă electronică poate aduce ordinea în haosul provocat de anunțarea mesajelor și întâlnirilor chiar și într-un birou cu puțini angajați. Cu ajutorul unui sistem de poștă electronică bazat pe rețea, puteți să comunicați cu colaboratorii dumneavoastră fără să mai fie nevoie să puneți bilețele pe biroul fiecăruia. Folosirea în comun a unei imprimante cu laser scumpe sau a unui hard-disc de capacitate mare (în unele rețele, chiar modemuri) poate reduce cheltuielile generale pentru tehnica de calcul cu mii sau zeci de mii de dolari. De exemplu, în loc să cumpărați mai multe imprimante cu laser personale, puteți să satisfaceți nevoile de tipărire ale tuturor utilizatorilor cu o singură imprimantă.

Aproape fiecare aspect referitor la lucrul în rețea are propria sa literatură care cuprinde zeci de cărți. Acest capitol nu poate prezenta toate aspectele tehnologiei de rețea. Din acest motiv, ne vom referi numai la câteva probleme practice. Pornind de la câteva elemente de bază referitoare la terminologie și la concepte, vom cabla împreună o mică rețea de birou sau pentru domiciliu și vom configura programele software necesare. În final, nu veți ajunge un expert în rețele, însă veți avea o rețea operațională în care puteți realiza transferuri de fișiere, puteți folosi în comun diferite imprimante și puteți realiza copii de siguranță ale datelor mai importante.

## Etape

În procesul de configurare a unei rețele cu ajutorul programelor software de rețea sau din sistemul de operare, aveți de parcurs patru etape. Pentru sistemul Windows, aceste etape includ punerea la punct a adaptorului, a protocolului, a serviciului și a

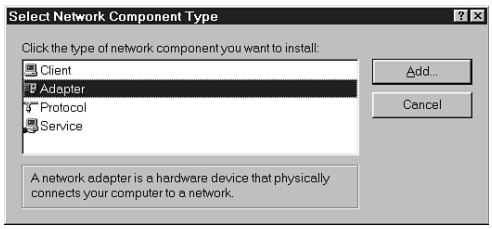



**FIGURA 23.1**
*Meniul Select Network Component Type (Selectarea tipului de componentă de rețea) din Windows.*

software-ului de client, așa cum este prezentat în Figura 23.1, care prezintă meniul Select Network Component Type (Selectarea tipului de componentă de rețea).

În acest model, rețeaua are patru componente: clientul, adaptorul, protocolul și serviciul. Fiecare dintre acestea are un rol distinct în realizarea conexiunii între PC-uri.

## Adaptorul

*Adaptorul* este componenta hardware care conectează PC-ul dumneavoastră la rețea. Termenul obișnuit de *cartelă cu interfață de rețea (network interface card)*, deseori abreviat NIC, definește un tip de adaptor gazdă, o placă pe care o introduceți într-un slot de extensie. Funcția adaptorului gazdă poate fi integrată și în circuitele de pe placa de bază, cum este cazul în PC-urile comerciale.

Indiferent de format sau nume, adaptorul reprezintă fundația nivelului fizic al rețelei, adică hardware-ul care face ca rețeaua să lucreze cu PC-ul. Adaptorul convertește semnalele de pe magistrala PC-ului într-un format care poate fi transmis prin cablul de rețea. Modelul și standardele respectate de adaptor determină forma și viteza componentei fizice a rețelei.

Din punct de vedere practic, adaptorul de rețea este, în general, singura componentă de rețea pe care trebuie să o cumpărați dacă doriți să adăugați facilități de rețea unui PC. Adaptorul gazdă de rețea (sau NIC) se fixează în unul din sloturile de extensie libere din PC și oferă astfel un port în care poate fi introdus cablul de rețea.

## Protocolul

*Protocolul* este „muzica" pachetelor de date, elementul „liric" ce controlează armonia traficului de date prin sistemul de cablare al rețelei. Protocolul dictează nu numai formatul logic al pachetului – modul de aranjare a adreselor, a informațiilor de control și a datelor în octeți – ci și regulile de operare cu pachetele în rețea. Protocolul determină modul în care un pachet află care îi este destinația, ce se întâmplă dacă nu ajunge acolo și modul în care este recuperat în cazul apariției unei erori în fluxul de date care parcurge rețeaua.

În ultimele sisteme de operare apărute pe piață este inclus și suportul pentru cele mai cunoscute și mai utile protocoale pentru rețele mici. Acestea sunt furnizate sub forma unor drivere pe care le instalați pentru a implementa un anumit sistem de lucru în rețea. De exemplu, în pachetul de bază Windows sunt incluse mai multe astfel de protocoale. Cel mai răspândit este TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), care este și protocolul folosit pentru comunicarea în Internet. De asemenea, puteți să folosiți NetBEUI, al cărui nume provine din expresia NetBIOS Extended User Interface (NetBIOS este o prescurtare pentru Network Basic Input/Output Systems) și care vă permite să legați PC-urile direct. Dacă aveți nevoie, puteți să adăugați și alte protocoale la fel de ușor cum instalați un driver software nou.

## Serviciul

*Serviciul* de rețea reprezintă operația pe care trebuie să o efectueze pachetele. De obicei, există mai multe servicii, toate fiind utile. Unul dintre serviciile de rețea este transferul de fișiere între unitățile de disc (sau operația prin care o unitate de disc situată la

distanță de rețea apare ca și cum ar fi locală pe oricare dintre PC-urile din rețea). Alte servicii de rețea pot fi partajarea unei imprimante, astfel încât toate PC-urile să aibă acces la o imprimantă centrală, sau poșta electronică, prin care sunt transmise mesaje dintr-un oficiu poștal centralizat către calculatoarele individuale.

De obicei, software-ul pentru lucrul în rețea include cele mai utile servicii de rețea ca parte a pachetului de bază. Astfel, sistemul Windows include ca serviciu principal partajarea fișierelor și imprimantelor. Sistemul de operare de bază mai include și suport pentru poșta electronică. Și în acest caz, serviciile noi sunt ușor de adăugat, la fel ca software-ul pentru un driver nou.

## Clientul

Pentru rețea, clientul nu sunteți dumneavoastră, ci modul de interacțiune dintre sistemul de operare al calculatorului personal și cel al rețelei. Este o altă componentă software, care vă oferă resursele din rețea, astfel încât să puteți beneficia de avantajele serviciilor. Software-ul de client permite rețelei să recunoască PC-ul dumneavoastră și să schimbe pachete de date cu el.

# Topologii

Topologia unei rețele este dată de aranjamentul cablurilor care leagă calculatoarele între ele. Cele mai multe rețele presupun prezența a foarte multe cabluri, dintre care cel puțin unul ajunge la fiecare PC. Ca niște viermi uriași, cablurile se pot întinde în direcții diferite și pot crea haos.

În cazul în care PC-urile trebuie să comunice între ele, cablurile trebuie să se întâlnească, astfel încât semnalele să ajungă de la un PC la altul. Dacă rețeaua ar fi alcătuită din sârme obișnuite, le-ați putea lega între ele fără nici o restricție și probabil că ați obține o rețea care ar semăna cu o porție de spaghete. Însă rețelele lucrează la frecvențe înalte și semnalele lor se comportă asemenea transmisiilor stațiilor radio. Undele transmise prin rețea circulă pe fire, străbat traseele pe care sunt dirijate și ricoșează din fiecare îmbinare de fire. Datorită acestui fenomen, undele se deformează, pierzându-și forma și puritatea digitală.

Pentru a obține o fiabilitate ridicată, cablul de rețea trebuie să fie un mediu controlat cu foarte multă atenție. Acest mediu trebuie să asigure semnalului o impedanță constantă și fiecare conexiune trebuie să fie realizată cu multă grijă. Orice neregularitate crește șansa de apariție a zgomotului, interferențelor și erorilor.

Proiectanții au dezvoltat mai multe topologii pentru rețelele de PC-uri. Majoritatea pot fi reduse la unul dintre cele trei modele de bază: liniar, inel și stea. Numele descriu exact modul în care sunt instalate cablurile.

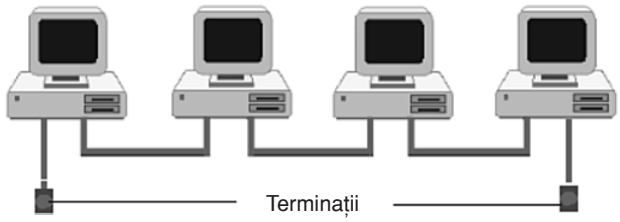
## Topologia liniară

Rețeaua cu cablare liniară are o singură magistrală de date (backbone), adică un singur cablu principal care ajunge de la un capăt al sistemului la celălalt. Pe traseu, PC-urile se leagă la această magistrală pentru a transmite și a recepționa semnale; legarea PC-urilor la magistrală este realizată printr-un singur cablu, așa cum este prezentat în Figura 23.2. Ca urmare, magistrala rețelei funcționează ca o magistrală de date, iar această configurație este denumită deseori topologie de tip magistrală.

În modul obișnuit de instalare, există un cablu care conectează PC-ul la magistrală și un conector T care le unește. Magistrala rețelei are definite clar locația de început și cea de sfârșit. În cele mai multe cazuri, la aceste capete se găsește câte un rezistor care are impe-

danța caracteristică a cablului de bază. Aceasta înseamnă că un cablu de rețea de 61 de ohmi va avea câte un terminator de 61 de ohmi la fiecare capăt. Aceste terminatoare împiedică reflectarea semnalelor la capetele cablului, ajutând la asigurarea integrității semnalului.

**FIGURA 23.2**
*O topologie simplă de tip magistrală.*




## Topologia de tip inel

Topologia de tip inel (ring) seamănă cu o rețea liniară care și-a prins propria coada. Magistrala formează o buclă continuă, un inel care nu are nici un capăt. Însă inelul nu este un singur cablu continuu, ci este format din segmente scurte legate radial de la un PC la următorul, ultimul segment fiind conectat la primul PC. Astfel, fiecare PC are două conexiuni. Un cablu conectează PC-ul la PC-ul precedent din inel, iar al doilea cablu face legătura cu următorul PC din inel. Semnalele trebuie să traverseze PC-ul pentru a trece la următorul și în mod normal sunt ascultate și analizate pe traseu.

## Topologia de tip stea

Atât topologia liniară, cât și cea de tip inel sunt foarte extinse. Topologia de tip stea strălucește ca o rază de lumină între aceste instalări încâlcite. La fel cum razele ies din miezul unei stele, în topologia de tip stea cablurile de conectare sunt întinse pornind dintr-o locație centralizată denumită distribuitor (hub) și fiecare cablu leagă un singur PC în rețea, așa cum este prezentat în Figura 23.3. O imagine sugestivă pentru topologia de tip stea este roata din lemn a unei căruțe de la începutul secolului – distribuitorul rețelei este axul, cablurile sunt spițele, iar PC-urile pot fi ignorate în această analogie. Încercați să le vizualizați ca pe niște urme de noroi rămase pe marginea roții (în unele cazuri, poate fi chiar o metaforă potrivită).

**FIGURA 23.3**
*O topologie simplă de tip stea.*

În cele mai multe sisteme de rețele bazate pe topologia de tip stea, fiecare cablu are două fire: unul pentru trimiterea datelor de la distribuitor la un PC individual și al doilea pentru transferul datelor de la PC înapoi la distribuitor. Aceste conexiuni pereche sunt împachetate de obicei într-un singur cablu.

Rețelele de tip stea au devenit foarte răspândite, deoarece topologia lor se potrivește foarte bine cu a altui sistem de cablare a birourilor. Într-o clădire obișnuită cu birouri, cel mai răspândit sistem de cabluri este cel folosite de telefoane; toate cablurile sistemului telefonic converg în camera cablurilor, în care se găsește echipamentul telefonic de comutare (PBX sau Private Branch Exchange). Topologiile de tip stea necesită un singur

cablu și o singură conexiune pentru legarea fiecărui dispozitiv în parte la nodul central, unde toate cablurile intră în distribuitorul rețelei.

Deși par diferite, în realitate aceste trei topologii nu se deosebesc chiar atât de mult. De exemplu, dacă tăiați inelul, obțineți un sistem liniar. Iar dacă strângeți inelul într-un singur punct, obțineți o stea.

Sistemul Ethernet, deși inițial avea forma unei magistrale liniare, este foarte întâlnit astăzi în configurațiile de tip stea. De fapt, transformarea este foarte directă, cel puțin în comparație cu părerea experților în topologii, care încearcă să explice originea universului folosind șiruri în 12 dimensiuni. Luați o magistrală, împingeți către un punct fix toate segmentele care separă nodurile și veți vedea cum topologia liniară se transformă într-o stea.

Această apropiere nu este deloc întâmplătoare. Toate rețelele trebuie să îndeplinească aceleași funcții, așa că ar trebui să vă așteptați ca toate variantele să fie asemănătoare din punct de vedere funcțional.

# Ierarhii

Topologia descrie doar unul dintre aspectele fizice al unei rețele. Conexiunile dintre diferitele PC-uri legate într-o rețea pot fi încadrate în una sau două ierarhii logice. Variantele formează un sistem de clase între PC-uri. Unele rețele tratează identic toate PC-urile; altele acordă anumitor calculatoare un rol special, mai important. Deși rețeaua are aceeași funcție în ambele cazuri, aceste două sisteme ierarhice impun câteva diferențe în modul practic de utilizare a rețelei.

## Client-server

Înainte de apariția rețelelor de PC-uri, calculatoarele mainframe își extindeau puterea pe birourile individuale prin intermediul conexiunilor la terminale. Datorită necesității, aceste sisteme mainframe plasau toată puterea calculatorului într-o singură locație centrală, care servea cerințelor fiecărui utilizator al sistemului. Practic, în sistem nu mai exista nici o altă resursă de calculator.

În companiile mari, acest tip de organizare a sistemelor de calcul a devenit o componentă puternică a structurii birocratice. Transferul structurii către PC-uri a venit natural. La început, inginerii de sistem au conectat PC-urile la mainframe pe post de terminale mai inteligente. Schemele de conectare au fost denumite legături micro-la-mainframe.

Însă unii manageri au descoperit că PC-urile ofereau mai multe resurse, la prețuri substanțial mai scăzute decât un calculator mainframe, și astfel lucrul pe calculator a trecut la nivelul biroului. Puternicul sistem mainframe a fost lăsat deoparte și nu mai era folosit decât pentru asigurarea de fișiere de date (și uneori programe) pentru PC-uri. Managerii nu au avut nevoie de prea multe cunoștințe tehnice pentru a vedea că până și un PC cu resurse modeste putea să manevreze fișiere, iar calculatorul mainframe a fost înlocuit de un PC care putea să gestioneze resursele utilizate în comun în cadrul sistemului. Deoarece PC-ul special servea necesitățile celorlalte PC-uri, a fost denumit server. Termenul corespondent pentru stațiile de lucru de tip PC desktop este client, o moștenire din zilele calculatoarelor mainframe. Ca urmare, această formă de legare în rețea este denumită ierarhie client-server. Rețineți că rolul special al serverului conferă acestuia mai multă importanță, însă în același timp îl pune în rolul unui sclav care

servește mai multor stăpâni, și anume clienții. Pe serverul dintr-o rețea client-server rulează un software special (sistemul de operare în rețea).

Serverul nu trebuie să fie un PC. Sunt situații în care în locația centrală a unor rețele funcționează în continuare un calculator mainframe. În mod obișnuit, serverul este un PC special, mai puternic decât restul echipamentelor din rețea (să nu se înțeleagă de aici că serverul muncește mai puțin intens decât clienții pe care îi servește). Cea mai importantă caracteristică a sa este capacitatea de stocare. Deoarece spațiul ocupat de fișiere este utilizat în comun de multe PC-uri – chiar sute în unele situații – serverul are nevoie de dispozitive de stocare de mare capacitate. În plus, serverul este proiectat să fie mai fiabil, deoarece toate PC-urile din rețea depind de funcționarea sa corectă. Dacă se defectează serverul, suferă toată rețeaua.

Cele mai multe servere moderne sunt proiectate să fie tolerante la defectări. Aceasta înseamnă că vor continua să funcționeze fără nici întrerupere, cu excepția erorilor care duc la defectarea unui subsistem hardware. De asemenea, majoritatea serverelor folosesc cele mai puternice microprocesoare disponibile, nu neapărat din necesitate, ci pentru că diferența de preț este mică față de investițiile în resursele și capacitatea de stocare suplimentare – și pentru că majoritatea managerilor cred că cel mai important PC dintr-o rețea trebuie să fie cel mai puternic.

## Peer-to-peer

Sistemul client-server este un sistem monarhist, în special dacă vedeți în conducătorul unei națiuni un slujitor devotat al poporului și nu un profitor. Sistemul opus este democrația adevărată, în care toate PC-urile sunt egale. PC-urile partajează între ele fișiere și alte resurse (cum ar fi imprimantele). Partajarea este egală, fiecare PC fiind un egal al celorlalte, astfel că această schemă este numită rețea de tip peer-to-peer.

Peer-to-peer înseamnă că nu există un server de fișiere dedicat așa cum se găsește în rețelele mari și complexe. Toate PC-urile pot avea propriile capacități de stocare locale și fiecare PC poate avea acces (sau poate oferi acces) la unitățile de disc și la imprimantele conectate la alte calculatoare. În cele mai multe scheme de conectare peer-to-peer, se aplică aceleași comenzi DOS atât unităților de disc locale ale unui calculator individual, cât și celor accesate de la distanță prin rețea. Deoarece majoritatea utilizatorilor știu deja destul despre sistemul de operare MS-DOS pentru a schimba literele unităților, ei pot pune rețeaua la lucru aproape instantaneu.

Chiar și în rețelele peer-to-peer se întâmplă ca unele PC-uri să fie mai performante decât altele, să aibă hard-discuri mai mari sau să existe alte asemenea deosebiri. Unele PC-uri pot avea doar unități de dischetă și depind de rețea pentru a beneficia de echivalentul unui hard-disc. Cu alte cuvinte, unele PC-uri sunt mai egale decât altele. De fapt, nu este neobișnuit pentru o rețea peer-to-peer să aibă un singur PC dominant, care asigură cele mai multe necesități ale celorlalte PC-uri. Din punct de vedere funcțional, arhitecturile client-server și peer-to-peer nu sunt atât de deosebite cum sunt negrul de alb, ci se întrepătrund.

Într-o rețea peer-to-peer, nici un PC nu trebuie dotat cu o capacitate imensă de stocare sau cu un sistem de operare în rețea foarte dificil de înțeles. Fiecare calculator se conectează la rețea folosind un driver software simplu, care face ca resursele celorlalte PC-uri să apară ca unități de disc și imprimante suplimentare. Nu există un monstruos sistem de operare în rețea cu care se lucrează, ci numai câteva linii suplimentare în fișierele CONFIG.SYS sau AUTOEXEC.BAT ale fiecărui PC. Chiar dacă trebuie să existe

cineva care să ia decizii privind configurarea rețelei peer-to-peer (cum ar fi ce PC-uri au acces și la ce unități de disc din alte PC-uri), activitățile zilnice nu necesită de obicei un administrator.

Sistemul peer-to-peer mai are și un alt avantaj: nu trebuie să achiziționați un server de fișiere scump. În afară de economisirea banilor, vă poate oferi securitatea datelor prin redundanță. Defectarea unui server blochează o întreagă rețea. Defectarea unui post dintr-o rețea peer-to-peer nu elimină decât postul respectiv; restul rețelei continuă să opereze. Iar dacă duplicați fișierele vitale pe cel puțin două posturi de lucru, nu vă va fi niciodată teamă că veți pierde date în urma defectării unui singur sistem.

# Funcții

În mod abstract, termenul de conectivitate seamănă mai mult cu ceva prietenos decât cu un concept practic – este un fel de strângere de mâini. La fel ca în cazul atingerii unei persoane care suferă, contactul nu este tot atât de important ca efectul pe care îl are. Conectarea de dragul conectării nu are nici un sens. Însă dacă puneți conexiunea la lucru, puteți să multiplicați puterea unui PC individual.

Cele mai importante două funcții ale rețelei sunt comunicațiile și partajarea resurselor – distincții abstracte și arbitrare care se suprapun. Cablul de rețea poate acționa ca un canal de comunicații pentru rutarea mesajelor de la un calculator la altul sau pentru difuzarea mesajelor la toate posturile de lucru. Programele de planificare pentru grupuri, prezentările on-line și poșta electronică – în interiorul biroului, între birouri și în Internet – pun la lucru toată puterea de comunicație a rețelei.

Partajarea resurselor folosește puterea conexiunii PC-la-PC pentru a utiliza mai mult din investiția în hardware-ul calculatorului sau pentru a crește investiția pe care ați făcut-o în calculator. Dacă ați investit în achiziționarea unei componente hardware scumpe, costul pe utilizator devine acceptabil (deși niciodată suficient de scăzut). Se centralizează activitățile și gospodărirea. Se consolidează gestiunea stocurilor pentru consumabile; în loc să fiți obligat să faceți rost de cerneală și hârtie pentru o duzină de imprimante diferite, reduceți efortul la un singur tip de toner. Și nu în ultimul rând, se obține un control complet al administratorului de rețea, ceva atractiv pentru cei care râvnesc la postura de dictator.

## Partajarea fișierelor

Cel mai important beneficiu al rețelelor din zilele noastre este că nu aveți nevoie de un server de fișiere dedicat. Orice este stocat pe un anumit calculator este disponibil pentru orice alt PC conectat la rețea – presupunând (dacă acționați fie ca administrator de rețea, fie ca proprietar al fișierelor de pe calculatorul propriu) că dați tuturor dreptul să le acceseze.

Pe măsură ce rețelele se măresc și devin mai complexe, un server centralizat începe să capete mai mult sens. Veți ajunge curând să nu mai aveți ce litere să atribuiți unităților de disc pentru a accesa calculatoarele colaboratorilor pe măsură ce rețeaua internă se mărește și depășește numărul de simboluri din alfabet. Pe deasupra, o singură sursă de stocare ușurează gestionarea datelor; actualizările efectuate într-o bază de date centralizată se reflectată asupra tuturor utilizatorilor. Salvările de siguranță sunt mai simple (nu vă interesează decât o singură unitate de disc). Iar curiozitatea administratorului de rețea este mult mai ușor satisfăcută atunci când nu are de spionat decât o singură locație pentru a găsi evidența accesurilor la informații.

O dată cu puterea partajării fișierelor vine și responsabilitatea. Securitatea devine o problemă importantă deoarece, fără câteva restricții adecvate, oricine s-ar putea

amesteca în cele mai importante lucruri. Ca urmare, securitatea fișierelor este o problemă importantă pentru administratorii de rețea, iar majoritatea rețelelor includ sisteme complexe de securitate, care permit administratorului să atribuie mai multe niveluri de acces pentru utilizatorii individuali. În plus, partajarea fișierelor vă permite să distribuiți și răul și binele. Așa cum într-o grupă de la grădiniță toți copiii contractează aceleași boli, o rețea permite PC-urilor să împartă între ele ultimele variante de viruși de calculator. Administratorii de sistem trebuie să fie puși în gardă permanent în legătură cu încercările de pătrundere neautorizată în rețelele proprii.

Dacă *doriți* o resursă partajată dedicată – dacă rețeaua dumneavoastră s-a mărit destul de mult astfel încât să simțiți nevoia de centralizare sau dacă aveți o dorință de putere care vă face să credeți că aveți inima unui administrator (sau dacă vă lipsește inima) – aveți trei opțiuni principale.

*PC-urile server* sunt în general PC-uri speciale (și de obicei scumpe), cu sisteme de stocare de mare capacitate și arhitecturi cu fiabilitate ridicată, dedicate partajării de fișiere într-o rețea. Pentru a adăuga un server într-o rețea mică de tip peer-to-peer în vederea transformării ei într-o rețea client-server nu trebuie decât să desemnați un sistem ca server. Însă pe măsură ce rețeaua devine mai complexă, serverul devine la rândul său o problemă mai importantă. Un server are nevoie de resurse mari de stocare, cu acces rapid (care pentru rețelele moderne înseamnă de obicei un sistem de discuri RAID). Chiar dacă un server nu are nevoie de puterea ultimelor modele de microprocesoare, dacă doriți un sistem de operare adevărat pentru acesta (cum ar fi Windows NT Server), veți avea nevoie de și mai multe resurse. Când o întreagă organizație depinde de un singur server, a face ca serverul să fie *tolerant la defecte* înseamnă că poate ignora pur și simplu defectele simple.

*Serverele de discuri* sunt hard-discuri fără PC-uri, care se conectează direct la rețea. Ele au avantajul de a fi capacități de stocare centralizate, care nu au nevoie pentru funcționare de un PC complet. Chiar dacă va trebui să administrați serverul de discuri, pentru a controla funcțiile acestuia folosiți unul dintre clienții rețelei.

*Serverele de CD-uri* sunt mult mai specializate, fiind dedicate pentru situațiile în care aveți nevoie de mai mulți gigaocteți de informații care nu se modifică – de exemplu, să puneți la dispoziție on-line grămezi de documentație. Serverul de CD-uri leagă la rețea o stivă de unități de CD, astfel încât să aveți acces rapid la fiecare disc, aproape la fel de rapid ca la o conexiune la un disc local. Deși pare uimitor, serverul de CD-uri nu funcționează cu toate aplicațiile. Multe jocuri au nevoie de o unitate de CD locală și nu vor rula printr-o conexiune de rețea și nici chiar cu o unitate de CD de la distanță.

## Partajarea imprimantelor

Imprimantele reprezintă probabil cele mai obișnuite resurse hardware partajate într-o rețea. Folosind software-ul de rețea existent în prezent, puteți să partajați orice imprimantă, de la cea mai puțin performantă imprimantă cu jet de cerneală până la o imprimantă laser color de mare capacitate. Utilitatea partajării imprimantelor a provocat chiar apariția unui tip nou de hardware, imprimanta de rețea, care este o mașină optimizată pentru lucrul intens și operații de tipărire de mare viteză.

Pentru a transforma o imprimantă obișnuită într-o imprimantă de rețea, nu trebuie decât să o conectați la rețea. Rețelele și imprimantele moderne vă pun la dispoziție trei opțiuni de conectare a unei imprimante în vederea partajării într-o rețea mică de PC-uri:

**Conectarea la PC**. Orice imprimantă conectată la un PC funcționează ca o resursă partajată printr-o simplă configurare software. Rețeaua rerutează datele și comenzile de tipărire de la portul de imprimantă (sau de la driver) prin rețea la imprimanta partajată. Aceasta rămâne conectată la un PC independent și funcționează exact ca o imprimantă locală pentru utilizatorul PC-ului respectiv. Ceilalți utilizatori din rețea trebuie să se plimbe puțin pentru a-și recupera paginile tipărite. Dezavantajele acestei metode de conectare a unei imprimante partajate sunt o posibilă încetinire a PC-ului gazdă, precum și zgomotul și enervarea pricinuite de operațiile de tipărire efectuate de imprimantă pentru altcineva.

**Serverul de tipărire**. Un *server de tipărire (print server)* elimină utilizatorul de la PC-ul la care este conectată imprimanta; în unele cazuri, poate să elimine chiar și PC-ul. Serverul de tipărire este un PC separat sau un sub-PC dedicat adunării lucrărilor de tipărire din rețea și rutării acestora către imprimanta de rețea. Un server de tipărire obișnuit elimină toate componentele hardware și software de care nu este nevoie pentru trimiterea de semnale către imprimantă – lucruri minore cum ar fi monitorul, tastatura și sistemul de operare – și se transformă într-o cutie mică, în care nu mai există decât foarte puține componente în afară de un microprocesor și memoria necesară acestuia. Disponibil atât în formatul de cutie, cât și ca un simplu adaptor, un server de tipărire transformă orice imprimantă într-un dispozitiv de rețea. Serverul de tipărire convertește semnalele de rețea într-un port paralel standard și atribuie imprimantei o adresă de rețea. Cele mai multe servere de acest tip includ buffere de memorie.

**Imprimanta de rețea**. O imprimantă adevărată de rețea are încorporată o componentă de conectivitate – de obicei sub forma unui port 10Base-T sau 100Base-T – care o pregătește să accepte un cablu direct de la distribuitor. Există și imprimante mai mari, care pun la dispoziție sloturi pentru conectarea de adaptoare proprii de rețea (de obicei private). Modelele mai noi de imprimante posedă instrumente încorporate de administrare apelabile în sistemul Web. Acest tip de imprimantă este controlată prin conectarea la pagina Web proprie. Modelele mai vechi au nevoie de administrare printr-un PC asociat, chiar dacă imprimanta nu este conectată direct la un PC. Ambele forme de control sunt funcționale, însă tendința este de trecere la modelele bazate pe Web, deoarece oferă o familiaritate și o flexibilitate superioară.

## Partajarea accesului în Internet

După ce intrați în posesia mai multor PC-uri, accesul în Internet devine o problemă. Chiar dacă dedicați o linie telefonică unui singur modem, va apărea și situația frustrantă în care doi utilizatori încearcă să folosească simultan linia, cu modemuri diferite. O soluție este aceea de a oferi fiecărui utilizator propria linie pentru modem, dar astfel cresc atât cheltuielile pentru modemuri, cât și taxele lunare pentru liniile telefonice. Atunci când instalați o conexiune de mare viteză pentru accesul în Internet – un modem prin cablu, o conexiune ADSL sau un echipament de conectare la satelit – necesitatea de a o partaja în rețea devine evidentă.

Probabil cea mai bună metodă de partajare a accesului în Internet este de a configura un PC ca *server reprezentant (proxy server)*. Aceasta înseamnă că PC-ul desemnat joacă rolul de poartă de intrare în Web. Celelalte PC-uri îl văd ca fiind în Internet, iar PC-ul respectiv le transferă cererile în Internetul real.

Configurarea serverului reprezentant ridică o problemă: configurarea programelor software este o muncă înnebunitoare, pe care numai un expert în rețele o poate duce la

capăt – și aceasta abia după o serie de încercări și eșecuri. Ca urmare, producătorii de hardware au dezvoltat și soluții hardware ale problemei.

Un *server cu acces de la distanță (Remote Access Server)* este un tip special de ruter de rețea, care permite tuturor PC-urilor din rețea să acceseze Internetul printr-un modem obișnuit sau printr-un adaptor de terminal. Majoritatea sunt oferite în pachete complete dedicate firmelor mici. Practic achiziționați o cutie micuță, care este conectată la rețea și asigură o legătură privată la furnizorul de servicii Internet.

Legătura dintre serverul cu acces de la distanță și furnizorul de servicii Internet poate fi de mai multe tipuri. Cea mai întâlnită este conexiunea simplă prin modem, care acceptă toate limitările unui modem integrat, având performanțele reduse și mai mult din cauza accesului partajat; o conexiune de 56 Kbps devine mai slabă chiar decât o conexiune de 14,4 Kbps atunci când patru utilizatori încearcă să o folosească simultan. O soluție mai bună este un server cu acces de la distanță care vă permite să alegeți propriul modem sau dispozitiv de acces, chiar dacă veți suferi în continuare din cauza limitărilor conexiunii dintre server și modem, indiferent dacă este un port serial, o conexiune de magistrală sau altceva.

Există și produse software de rețea evoluate (nu cele distribuite o dată cu Windows 95 sau 98), care vă permit partajarea conexiunii folosite de server – de exemplu, o linie T1. În aceste cazuri, Internetul devine o extensie a rețelei locale. Deși oferă cele mai bune metode de legare a PC-urilor în Web, este și cea mai complicată din punctul de vedere al administrării și necesită cunoștințe detaliate ale sistemului de operare în rețea.

## Standarde

O rețea este o colecție de idei, hardware și software. Componenta software conține atât programele care efectuează operațiile, cât și protocoalele care permit lucrul în comun. Componenta hardware include adaptoarele de rețea, cablurile, distribuitoarele, concentratoarele, ruterele și alte asemenea echipamente ciudate. Pentru ca toate aceste dispozitive să lucreze împreună este nevoie de standardizare.

Dat fiind modelul structurat al majorității rețelelor, aceste standarde pot apărea la orice nivel din ierarhie. Unele standarde descriu un singur nivel, în timp ce altele le acoperă pe toate pentru a crea un sistem legat.

Tehnologia existentă face ca cea mai bună rețea mică de PC-uri să fie un model peer-to-peer bazat pe un distribuitor, interconectat prin cablu bifilar torsadat și pe care rulează software integrat în sistemul de operare. Cea mai importantă alegere este standardul hardware. În ultimii ani, rețelele au convers către două standarde de bază, 10Base-T și 100Base-T. Ambele sunt implementări particulare ale topologiei Ethernet.

La fel cum celebritățile sunt persoane cunoscute în principal pentru că sunt faimoase, 10Base-T și 100Base-T sunt răspândite pentru că sunt populare. Ele sunt cunoscute bine și, în general, au fost înțelese. Componentele pentru fiecare variantă sunt disponibile pe scară largă și ieftine. Configurarea este simplă, iar suportul este disponibil pe scară largă.

Prima atracție a rețelelor pe cabluri bifilare torsadate a fost cablul. Majoritatea firmelor aveau deja cabluri bifilare torsadate în fiecare birou, instalate de mai mult timp pentru sistemele telefonice. Rețelele bifilare torsadate au beneficiat de avantajul cablării deja instalate. Însă după ce rețelele au devenit o componentă a infrastructurii corporației, acest argument a dispărut. Cablarea telefonică nu mai este suficientă pentru o rețea de PC-uri. Pentru rețelele de mare viteză din zilele noastre, care folosesc cabluri bifilare

torsadate, trebuie instalate cabluri speciale. În general, costul unei instalări este substanțial mai mare decât costul cablului propriu-zis. Cablurile bifilare torsadate de categorii mai mari nu sunt cu mult mai ieftine decât celelalte tipuri de cablu. Nu există nici un argument tehnic suficient de puternic pentru a utiliza cablu bifilar torsadat și nu alt tip de cablu. Însă, ca o chestiune practică, acest tip de cablu este în prezent cea mai bună opțiune pentru rețelele cu viteze de până la 100 MHz.

Cea mai importantă decizie pe care o luați este nivelul de viteză de care aveți nevoie: 10 sau 100 MHz. Există patru criterii care trebuie luate în calcul:

**Prețul**. Așa cum vă așteptați, componentele hardware pentru standardul 10Base-T sunt mai ieftine decât cele pentru 100Base-T. Dacă doriți să conectați fără prea multe cheltuieli câteva PC-uri, 10Base-T este exact ce vă trebuie. Faceți o afacere bună dacă alegeți componente cu două opțiuni de viteză (dual-speed components). Acestea vă permit ca în prima fază să vă conectați în standardul 10Base-T și apoi să treceți la versiunea 100Base-T, fără să mai fie necesară achiziția de componente hardware noi.

**Cablarea**. 10Base-T are nevoie de cabluri mai puțin complicate și mai ieftine. În timp ce rețelele 100Base-T solicită o cablare specială de Categoria 5, 10Base-T funcționează cu aproape orice tip de cablu bifilar torsadat, chiar și cu cablu telefonic obișnuit (însă nu cu cabluri modulare cu fire plate – perechile trebuie să fie torsadate). Dacă doriți să vă rezolvați treaba cu vechile cabluri instalate cu mai mulți ani în urmă, opțiunea dumneavoastră trebuie să fie 10Base-T. Dacă adăugați cabluri noi, optați pentru 100Base-T. Viteza crescută de lucru justifică micile diferențe de preț.

**Performanța**. 10Base-T este suficient de rapid pentru partajarea imprimantelor și a accesului în Internet și vă poate permite chiar să distribuiți mai multe fișiere MP3 pentru redare în timp real. (Printr-o conexiune 10Base-T puteți chiar să redați fișiere WAV necomprimate fără să pierdeți date audio). Însă dacă doriți să transferați simultan date video sau mai multe canale audio stereo, veți avea nevoie de performanțele standardului 100Base-T. Acesta face față datelor video și unei încărcări rezonabile dintr-o rețea casnică sau a unei companii mici.

**Combinarea vitezelor**. Deși componentele de rețea care operează la o anumită viteză pot comunica numai cu alte componente care funcționează la aceeași viteză, puteți să construiți o rețea complexă, în care unele segmente operează la 10 MHz și altele operează la 100 MHz. Puteți să folosiți 10Base-T pentru conexiunile care nu necesită performanțe mari și 100Base-T pentru cele care au nevoie de performanță. Pentru a realiza o rețea cu două viteze de lucru, nu aveți nevoie decât de un distribuitor (despre care vom discuta mai târziu) și câteva elemente de planificare atentă.

În lucrul cu rețelele mici, veți avea de-a face cu multe dintre aceste standarde. În continuare este prezentată o mică analiză referitoare la cei mai uzuali termeni pe care îi veți întâlni.

## Ethernet

Strămoșul tuturor rețelelor existente în zilele noastre este sistemul Ethernet, care a fost realizat pentru prima dată în anii '70 la Centrul de cercetare din Palo Alto al firmei Xerox Corporation, în scopul interconectării stațiilor de lucru Alto la imprimantele cu laser. De obicei, inventarea modelului Ethernet este atribuită lui Robert Metcalf, cel care a creat mai târziu 3Com Corporation, unul dintre primii producători importanți de componente hardware și software pentru rețelele de PC-uri. În primii ani de funcționare, Ethernet a

fost proprietatea firmei Xerox, fiind o tehnologie fără un scop precis, într-o lume în care calculatorul personal nu fusese încă inventat.

În septembrie 1980, Xerox s-a asociat cu producătorul de minicalculatoare Digital Equipment Corporation și cu producătorul de semiconductoare Intel Corporation pentru a publica prima specificație Ethernet, care a fost cunoscută ulterior cu numele E.SPEC VER.1. Prima specificație a fost urmată în luna noiembrie 1982 de o versiune revizuită, care a devenit standardul răspândit pe scară largă în prezent, E.SPEC VER.2.

Însă această specificație nu este ceea ce majoritatea utilizatorilor denumesc Ethernet. În ianuarie 1985, Institutul inginerilor electroniști (Institute of Electrical and Electronic Engineers) a publicat documentația unui sistem de lucru în rețea derivat din Ethernet, însă care nu era identic cu acesta. Rezultatul a fost specificația IEEE 802.3. Ethernet și IEEE 802.3 au multe caracteristici comune – fizic, folosesc aceleași scheme de cablare și de conectare – însă fiecare utilizează propria structură de pachete. Ca urmare, deși puteți să folosiți adaptoare gazdă pentru Ethernet și IEEE 802.3 în același sistem de cablare, cele două standarde nu vor fi capabile să comunice unul cu celălalt. Există însă și adaptoare gazdă pentru PC-uri care „știu“ să vorbească ambele limbaje și pot să schimbe pachete cu oricare dintre standarde.

La baza modelului Ethernet este o schemă inteligentă de atribuire a accesului la magistrala centrală a sistemului. Protocolul, denumit pe scurt CSMA/CD (Carrier Sensing, Multiple Access with Collision Detection – acces multiplu cu detectarea purtătoarei și a coliziunilor) este descris deseori ca fiind un fel de linie fierbinte. Nu este așa. Acest protocol este mult mai mult decât o conversație politicoasă. Toate PC-urile din rețea ascultă absolut tot ce se transmite prin magistrala rețelei. Un PC nou poate începe să emită semnale numai când apare o pauză în conversație. Iar dacă se întâmplă ca două sau mai multe PC-uri să emită simultan, sunt obligate să întrerupă emisia. Fiecare dintre ele va aștepta un interval aleatoriu de timp (și pentru că este aleatoriu, acest interval este și diferit de la un PC la altul), după care vor începe din nou transmisia. Unul dintre PC-uri va fi mai norocos și va câștiga accesul în rețea. Celelalte, mai puțin norocoase, vor auzi că primul PC transmite pe cablu și vor aștepta o altă pauză pentru a putea începe emisia de semnale.

Protocolul Ethernet nu garantează oricând accesul pe magistrala rețelei. Sistemul este condus de legile probabilității, care dictează dacă un dispozitiv din rețea care dorește acces pe magistrală îl va primi. Ca urmare, modelul Ethernet este considerat un sistem cu acces probabilistic. Făcând o analiză practică a acestor evenimente, când doar câteva dispozitive (în comparație cu lățimea de bandă a sistemului) încearcă să folosească sistemul Ethernet, întârzierile sunt minime, deoarece probabilitatea ca toate dispozitivele să emită simultan este foarte redusă. Însă când cererea se apropie de capacitatea maximă a sistemului, eficiența protocolului bazat pe probabilitate scade foarte mult. Limita dimensională a unui sistem Ethernet nu este stabilită de numărul de PC-uri, ci de dimensiunea traficului; cu cât sunt transmise mai multe pachete de date între calculatoare, cu atât crește numărul conflictelor și al încercărilor nereușite.

Protocolul Ethernet are mai multe implementări fizice. Acestea pot avea orice topologie, tip de cablu sau viteză. Specificația IEEE 802.3 definește mai multe astfel de implementări și le atribuie câte un nume de cod. În prezent, cele mai cunoscute implementări ale protocolului Ethernet operează la viteza brută de 10 MHz. Aceasta înseamnă că frecvența de ceas a semnalelor pe cablul Ethernet (sau IEEE 802.3) este de 10 MHz. Capacitatea reală de transfer este mai mică, deoarece pachetele nu pot să ocupe întreaga lățime de bandă a sistemului Ethernet. În plus, fiecare pachet conține informații de formatare și de adresă, care ocupă din spațiul care ar putea fi folosit pentru date.

Patru dintre cele mai cunoscute implementări ale standardului IEEE 802.3 sunt 10Base-5, 10Base-2, 10Base-T și 100Base-T. Deși vă pot sperria la prima vedere, puteți reține aceste nume ca pe niște coduri: primul număr indică viteza de operare a sistemului în megahertzi; cuvântul din centrul codului, „Base“, indică faptul că la baza sistemului este protocolul Ethernet; ultimul caracter determină tipul de cablu folosit pentru sistem. Dacă ultimul caracter este numeric, indică distanța pe care se poate întinde rețeaua (măsurată în sute de picioare), însă, tot ca o observație practică, specifică și tipul de cablu folosit. Întâmplător, numărul descrie și diametrul cablului; în standardul 802.3 pentru 10 MHz, cifra „5“ indică un cablu coaxial gros, care are diametrul de aproximativ o jumătate de inci (0,5); cifra „2“ face referire la un cablu coaxial mai subțire, cu un diametru de aproximativ 0,2 inci; litera „T“ indică un cablu bifilar torsadat, similar cu cel folosit de sistemele telefonice.

În afară de tipul de cablu, există și alte deosebiri între aceste scheme Ethernet. 10Base-5 și 10Base-2 folosesc o topologie liniară; 10Base-T și 100Base-T sunt construite într-o configurație de tip stea. Cele trei sisteme IEEE 802.3 care au prefixul „10“ operează la aceeași viteză (10 MHz) și folosesc același protocol Ethernet, astfel că o singură rețea poate să conțină toate cele trei tehnologii fără să fie necesare echipamente complicate, cum ar fi convertoarele de protocol. În instalările complexe obișnuite, cablul coaxial gros leagă grupuri de lucru care nu au legătură funcțională între ele, fiind legate local cu câte un distribuitor 10Base-T. Această flexibilitate face ca IEEE 802.3 să fie prima opțiune pentru rețelele din prezent.

Sistemul 100Base-T operează la 100 MHz, oferind performanțe mult mai bune, vizibile mai ales în transferul de date multimedia și în alte aplicații care lucrează intens cu date în rețea. Datorită vitezei sale, acest sistem a fost ales pentru implementare în majoritatea rețelelor instalate în ultima perioadă.

De fapt, 100Base-T nu este un singur sistem, ci o familie de sisteme, fiecare dintre ele fiind proiectat pentru un alt mediu de cablare. *100Base-TX* este cea mai pură implementare – și cea mai pretențioasă. Acest sistem necesită o cablare de Clasa 5 și cablu bifilar torsadat, ecranat, proiectat special pentru aplicații de date. În schimbul costului ridicat cerut de cablarea de clasă ridicată, sistemul permite operații duplex integral, astfel încât orice nod din rețea să poată să transmită și să recepționeze date simultan. Sistemul *100Base-T4* lucrează cu cabluri telefonice ecranate sau neecranate, de Clasele 3 și 4, însă nu permite decât operații semiduplex. *100Base-FX* se bazează pe aceleași intervale de sincronizare și pe același protocol ca sistemele 100Base-T, însă folosește cabluri din fibre optice și nu cabluri bifilare torsadate din cupru. Și acest sistem permite operații duplex integral.

Următoarea etapă pentru standardul Ethernet este creșterea vitezei până la un alt nivel de mărime. *Gigabit Ethernet* operează la 1.000 MHz, în principal prin medii de fibră optică, deși ați putea pune pariu că în laboratoare se lucrează pentru a obține un cablu bifilar torsadat cu lățimea de bandă de ordinul gigahertzilor. (Cablul bifilar torsadat cu cea mai mare lățime de bandă „cedează“ cam la o treime din viteza de 1 gigabit).

## Token Ring

O altă metodă de lucru cu pachetele într-o rețea este un concept denumit *pasarea tokenului (token passing)*. În această schemă, tokenul este un semnal electronic codificat folosit pentru a controla accesul în rețea. Firma IBM a fost cea care a lansat cea mai populară formă a acestui protocol, care, după o serie de dezvoltări, a fost aprobat de IEEE ca standardul 802.5. Deoarece acest standard necesită o topologie de tip inel, este

numit în mod uzual Token Ring. Chiar dacă mai demult a fost considerat cel mai puternic competitor pentru Ethernet, în prezent este utilizat în principal numai în firmele mari. Există și alte sisteme de lucru în rețea, cum este FDDI, care folosesc un protocol similar de pasare a tokenului.

Într-un sistem bazat pe pasarea tokenului, toate PC-urile rămân în așteptare până când primesc permisiunea să „vorbească" pe cablul de rețea. Permisiunea este obținută prin primirea tokenului. Există un singur token care circulă prin toată rețeaua, transferat de la un PC la altul într-o buclă închisă care formează o topologie de tip inel. Dacă un PC primește tokenul și nu are pachete de transmis în rețea, transferă foarte simplu tokenul următorului PC din inel. Dacă însă PC-ul are un pachet de transmis, leagă pachetul la token împreună cu adresa PC-ului destinatar (sau server). Toate PC-urile din inel transferă tokenul însoțit de pachet până când ajunge la destinație. PC-ul receptor preia datele și repune tokenul în rețea, însoțit de o etichetă pentru a indica expeditorului faptul că a recepționat pachetul. Celelalte PC-uri din rețea transferă tokenul mai departe până când ajunge la calculatorul expeditor. Acesta elimină eticheta și plasează din nou tokenul în rețea pentru a permite unui alt PC să transmită un pachet.

Metoda de pasare a tokenului oferă două avantaje importante: fiabilitatea și accesul garantat. Deoarece tokenul circulă înapoi la PC-ul expeditor, acesta primește confirmarea că pachetul a fost recepționat corect de către destinatar. De asemenea, protocolul vă asigură că PC-ul care urmează expeditorului pe linie va fi întotdeauna următorul care va prelua tokenul pentru a permite comunicația. În timpul ce circulă, tokenul permite fiecăruia dintre celelalte PC-uri să utilizeze rețeaua. Tokenul trebuie să treacă prin toate nodurile din inel – și să ofere fiecărui PC o șansă de a folosi rețeaua – înainte să revină la un anumit PC și să îi permită acestuia să utilizeze din nou rețeaua. Accesul la rețea este garantat chiar și când traficul prin rețea este foarte mare. Nici un PC nu poate fi izolat de rețea din cauza ghinioanelor repetate în încercarea de a obține accesul.

Prima specificație Token Ring a stabilit viteza de operare de 4 MHz. O altă versiune revizuită a standardului permite operarea la 16 MHz. Specificația cerea inițial utilizarea unui cablu special bifilar torsadat, ecranat, cu patru fire, însă standardele actuale permit mai multe tipuri de cablare, incluzând cablurile bifilare torsadate neecranate.

## Modul de transfer asincron

Una dintre cele mai atrăgătoare tehnologii noi de lucru în rețea, *modul de transfer asincron* (Asynchronous Transfer Mode sau ATM), este fundamental diferită de celelalte sisteme de lucru în rețea. Este o tehnologie cu comutare și nu o magistrală partajată. În loc să difuzeze datele pe un cablu, un PC emițător configurează o *cale (requested path)* până la destinație prin care specifică diferitele atribute ale conexiunii, inclusiv viteza. Comutarea nu trebuie să fie neapărat fizică. De fapt, modul de transfer asincron este independent de infrastructura fizică de cablare și funcționează cu aproape orice arhitectură fizică de rețea, de la cablu bifilar torsadat până la fibră optică. Performanțele sale depind de implementarea suportului fizic, însă modelul comutat garantează utilizarea întregii lățimi de bandă a mediului pe durata fiecărei conexiuni.

În sistemul ATM, datele sunt organizate pe *celule* și nu pe pachete. Lungimea fiecărei celule este fixată la 53 de octeți. Primii 5 octeți sunt interpretați ca o adresă. Ceilalți 48 reprezintă *încărcătura utilă (payload)*, adică datele propriu-zise transferate. Încărcătura utilă poate conține orice tip de date – înregistrări din baze de date, informații audio, video sau orice altceva. ATM este independent de tipurile de date și transferă toți octeții cu aceeași promptitudine.

Sistemul ATM este construit pe o structură stratificată. La baza implementării rețelei există trei straturi – fizic, ATM și de adaptare.

**Stratul fizic** controlează modul în care sistemul ATM se conectează cu cablarea întregii rețele. Acest strat definește atât caracteristicile electrice ale conexiunii, cât și interfața de rețea.

**Stratul ATM** are în responsabilitate operațiile de adresare și rutare. Acest strat adaugă antetul cu adresa de 5 octeți fiecărei celule de date pentru a garanta ajungerea datelor la destinația corectă.

**Stratul de adaptare** (adaptation layer) preia datele furnizate de stratul superior din ierarhia de rețea și le împarte în grupuri de câte 48 de octeți, care vor fi plasate în fiecare celulă.

ATM face parte dintr-o rețea. Singur, acest sistem nu formează o rețea. Datorită flexibilității și potențialului de viteză ridicat, ATM devine din ce în ce mai răspândit în organizațiile comerciale mari, în care este introdus fără probleme între alte standarde de rețea.

## FDDI

Chiar dacă multe publicații folosesc acronimul FDDI pentru orice rețea care folosește ca mediu de transmisie fibra optică, în realitate acest acronim indică un standard internațional de rețea adoptat de Institutul american pentru standarde naționale (American National Standards Institute) și de Organizația pentru standarde internaționale (International Standards Organization). Inițialele provin de la *Fiber Distributed Data Interface (interfață de date distribuite prin fibră optică)*. Standardul se bazează pe o topologie de tip inel pe fibră optică, în care se permite circulația datelor în ambele sensuri de rotație și care operează cu o rată de date de 100 MHz. Standardul FDDI permite conectarea de PC-uri și de alte noduri, cu o distanță maximă de 2 până la 3 kilometri între PC-uri și o întindere globală de până la 100 de kilometri.

## AppleTalk

Firma Apple Computer a dezvoltat propria schemă de lucru în rețea pentru calculatoarele Macintosh. Denumită AppleTalk, rețeaua este construită pe baza unei implementări hardware realizată tot de Apple, denumită LocalTalk. Modul de operare al standardului LocalTalk se aseamănă cu cel al standardului Ethernet prin faptul că folosește accesul probabilistic pe baza tehnologiei de acces multiplu cu detectarea purtătoarei (Carrier Sensing, Multiple Access). Însă, în loc de detectarea coliziunii, LocalTalk utilizează evitarea coliziunii. Deși au fost proiectate inițial pentru cablu bifilar torsadat ecranat, multe rețele LocalTalk folosesc în prezent sistemul telefonic cu cabluri bifilare torsadate neecranate. Sistemul LocalTalk este lent, având o viteză de comunicație de 230,4 KHz (ceea ce înseamnă aproape un sfert din 1 MHz).

## Arcnet

Înaintea standardului IEEE 802.5 Token Ring a existat un alt sistem de lucru în rețea cu pasarea tokenului, Arcnet. Acesta a fost dezvoltat în anul 1977 de firma Datapoint Corporation. Într-un sistem Arcnet, fiecare PC primește o adresă de opt biți (adică o valoare între 1 și 255). Tokenul este pasat de la un PC la următorul în ordine numerică. Fiecare PC codifică semnalul tokenului cu valoarea următoarei adrese din rețea, iar rețeaua se configurează automat astfel încât să fie utilizate numai numerele de adrese active. Numărul adresei este difuzat în rețea, astfel că toate PC-urile recepționează

fiecare token, însă numai cel cu adresa corectă îl poate folosi. Dacă PC-ul care a primit tokenul are un pachet de trimis, îi este acordată permisiunea de a expedia pachetul. La recepționarea unui pachet, este trimisă o confirmare de primire PC-ului expeditor. După aceea, PC-ul transmite tokenul următoarei adrese din rețea. Dacă PC-ul care a primit tokenul nu are de trimis nici un pachet, atunci nu efectuează decât schimbarea adresei din token cu următoarea valoare mai mare disponibilă și transmite tokenul mai departe.

Deoarece tokenul este difuzat, sistemul Arcnet nu are nevoie de un inel. În locul acestui model, Arcnet folosește o topologie simplă de tip magistrală, care include distribuitoare de tip stea. Distribuitoarele Arcnet sunt active sau pasive. Cele active amplifică semnalul Arcnet și acționează ca amplificatoare pentru orice număr de porturi (de obicei opt). Distribuitoarele pasive funcționează ca simple separatoare de semnal și conectează în mod obișnuit până la 4 PC-uri. Sistemul Arcnet de bază folosește cablu coaxial. În comparație cu sistemele Ethernet din prezent, este lent, operând la 2,5 MHz.

## Rețele LAN fără sloturi

Când trebuie să conectați numai câteva PC-uri și nu vă interesează viteza, aveți la dispoziție mai multe variante de sisteme proprietar, care sunt cunoscute ca rețele LAN fără sloturi (Zero-Slot LAN). Acest nume provine din capacitatea acestor sisteme de a vă oferi o conexiune de rețea fără să vă oblige să introduceți un adaptor de rețea într-un slot de extensie al PC-ului dumneavoastră. În locul unui adaptor gazdă, cele mai multe rețele fără sloturi folosesc un port deja existent în majoritatea PC-urilor, portul serial.

Protocoalele și topologiile rețelelor locale fără sloturi variază în funcție de implementarea fiecărui producător. Unele sunt construite ca sisteme de tip stea, cu distribuitoare centralizate; altele sunt conectate ca magistrale. Aproape toate folosesc cabluri bifilare torsadate, chiar dacă unele au nevoie de numai 3 fire, iar altele de până la 8 fire. Primele beneficiază de avantajul unui protocol derivat din Ethernet; ultimele folosesc semnalele dialogului de confirmare specific portului serial pentru a realiza arbitrarea hardware de acces la rețea.

Toate rețelele locale fără sloturi au o caracteristică comună, și anume viteza scăzută. Toate sunt limitate la viteza maximă a portului serial de bază din PC, care este de 115.200 de biți pe secundă (aproximativ o zecime din 1 MHz). Vitezele mai mici sunt necesare pe segmentele mai lungi de cablu, deoarece semnalele din rețelele locale fără sloturi sunt sensibile în special la interferențe. Porturile seriale nu asigură decât semnale neechilibrate, care nu sunt capabile să anuleze zgomotele și interferențele induse, așa cum este posibil în cazul semnalelor echilibrate.

# Componente

Atunci când construiți o rețea simplă, trebuie să lucrați cu trei tipuri diferite de componente. Acesta sunt plăcile cu interfață de rețea (plăcile de rețea), distribuitoarele (o rețea mică are nevoie de obicei de un singur distribuitor) și cablurile care le leagă împreună. Chiar dacă trebuie să luați în considerare caracteristicile specifice ale fiecărei categorii de componente, trebuie să cunoașteți și relația dintre ele. De exemplu, plăcile cu interfață de rețea, distribuitoarele și cablurile trebuie să respecte același standard hardware și trebuie să fie capabile să suporte sistemul de semnalizare ales de dumneavoastră (cum ar fi 10Base-T și 100Base-T).

## Plăcile cu interfață de rețea

Pentru a deveni parte dintr-o rețea, fiecare PC are nevoie de un adaptor propriu de rețea. Din punct de vedere practic, motivul este simplu. Adaptorul oferă PC-ului dumneavoastră un jack în care poate fi introdus cablul de rețea.

Un adaptor gazdă face exact ceea ce sugerează numele: adaptează semnalele din calculatorul gazdă la ceea ce este nevoie în sistemul de rețea. Adaptorul gazdă are forma unei plăci de extensie, care este introdusă într-un slot liber din PC și pune la dispoziție pe panoul din spate un jack în care poate fi conectat cablul de rețea.

Aveți nevoie de câte un adaptor gazdă pentru fiecare PC din rețea. Adaptoarele nu trebuie să fie identice sau să provină de la același producător. Însă, în cazul distribuitoarelor mai ieftine, toate trebuie să respecte aceleași standarde de cablare și de semnalizare. Aceasta înseamnă că puteți să folosiți orice adaptoare gazdă în PC-uri, cu condiția să accepte cablu bifilar torsadat și standardul 10Base-T.

Unele distribuitoare permit combinarea adaptoarelor gazdă 10Base-T și 100Base-T. Înainte să achiziționați un sortiment nestandard de adaptor gazdă, verificați dacă distribuitorul dumneavoastră vă permite această flexibilitate.

Adaptoarele gazdă trebuie să realizeze două conexiuni, una cu PC-ul și a doua cu rețeaua. Tipul conexiunilor vă va ajuta în selectarea adaptorului gazdă. În general, este acceptat orice adaptor, presupunând că se potrivește cu conexiunile dumneavoastră și este suportat direct de Windows, este însoțit de un driver pentru Windows sau emulează un adaptor gazdă realizat de un alt producător, pe care sistemul Windows îl acceptă direct, fără drivere externe. De exemplu, compatibilitatea Novell NE2000 garantează faptul că placa este un duplicat după produsul Novell și asigură caracteristicile așteptate de software.

La fel ca în cazul oricărui adaptor, un adaptor de rețea trebuie să potrivească două lucruri care se presupune că trebuie să se adapteze unul la celălalt. În cazul plăcii cu interfață de rețea, trebuie să potrivească standardele și resursele PC-ului cu cele ale sistemului hardware și software de rețea.

### Interfața de rețea

Conexiunea de rețea utilizată de adaptorul gazdă depinde de doi factori: tipul de cablare ales pentru rețea și standardul de semnalizare.

Pentru cablare există două opțiuni principale, cablul coaxial (se alege de obicei o variantă din cele două oferite pe piață) sau cablul bifilar torsadat. Pentru ușurința instalării, vom alege a doua categorie.

Pentru standardul de semnalizare folosit de adaptorul gazdă există două opțiuni importante, 10Base-T și 100Base-T. Chiar dacă sunt mai scumpe, adaptoarele 100Base-T oferă o versatilitate mai mare. Cele mai multe adaptoare 100Base-T funcționează și la viteza mai mică a standardului 10Base-T. Puteți să configurați rețeaua pentru 10Base-T și să folosiți același adaptor gazdă în vederea unei viitoare modernizări la o viteză mai mare:

**Viteza**. Adaptoarele de rețea trebuie să recunoască viteza la care operează distribuitorul. În prezent există două opțiuni, 10 sau 100 MHz. Cele mai ieftine plăci de rețea operează la o singură viteză, iar modelele de 10 MHz sunt cele mai ieftine dintre toate. Adaptoarele cu două viteze sunt ceva mai scumpe, însă și mai versatile. Puteți să instalați un astfel de adaptor într-o rețea de viteză mică, iar dacă într-o zi vă

decideți să creșteți viteza de operare în rețea, nu trebuie să achiziționați o placă de rețea nouă. Cea mai mare parte dintre distribuitoare au caracteristica de *sesizare automată (autosensing)*. Aceasta înseamnă că detectează viteza pe cablul rețelei la care sunt conectate și își modifică viteza proprie de operare pentru a se asigura corespondența cu aceasta.

Proprietatea de sesizare automată ușurează configurarea unei plăci cu interfață de rețea, în special dacă nu știți (sau nu vă interesează) viteza la care operează rețeaua. Puteți să introduceți pur și simplu cablul de rețea în placă și să lăsați componentele hardware să se ocupe de detalii. Aproape toate plăcile de rețea cu două viteze au proprietatea de sesizare automată, dar dacă aveți de-a face cu produse ieftine este recomandat să verificați specificațiile pentru a vă asigura că producătorul nu s-a decis să economisească câțiva cenți lăsând selectarea vitezei în seama dumneavoastră.

**Cablarea**. Prin definiție, o cartelă cu interfață de rețea de tip 10Base-T sau 100Base-T oferă o conexiune bifilară torsadată printr-un jack RJ-45. În cazul în care nu posedă o astfel de priză, înseamnă că nu are cum să respecte standardul pentru care a fost proiectată. Unele plăci de rețea oferă și o conexiune pe cablu coaxial. Jackul suplimentar aduce o oarecare flexibilitate; astfel, puteți să conectați placa în rețele Ethernet pe cablu coaxial, dar și în rețele pe cablu bifilar torsadat. Dacă însă nu intenționați să configurați o magistrală pe cablu coaxial, puteți să considerați jackul coaxial al plăcii de rețea ca pe o anexă – o parte a plăcii care este în mod normal inofensivă și sigur lipsită de utilitate.

## Interfața de magistrală

Conexiunea cu PC-ul este asigurată de conectorul slotului de extensie din interiorul sistemului. Cele mai multe adaptoare de rețea pentru calculatoarele desktop vă oferă două posibilități, fie magistrala ISA, fie PCI. Alegeți ISA numai dacă singurul slot de extensie rămas liber în PC este de tip ISA. În toate celelalte cazuri, alegeți adaptorul PCI. Va fi și mai rapid, și mai ușor de configurat.

Dacă posedați un calculator notebook, aveți tot două posibilități de alegere pentru conexiunea la PC. Puteți să alegeți un adaptor de rețea care se conectează într-un port paralel sau unul care folosește un slot CardBus (sau PC Card). Este preferabilă a doua opțiune. Conexiunea paralelă este mult mai lentă și mai dificil de configurat.

La celălalt capăt al conexiunii de adaptare, placa de rețea trebuie să asigure corespondența cu PC-ul, fie prin introducerea într-un slot de extensie corespunzător, fie printr-o altă metodă de conectare. În general, pentru un PC modern este recomandată o placă de rețea de tip PCI. Chiar dacă cele mai multe sisteme din prezent încă mai au cel puțin un slot ISA, utilizarea acestuia pentru conexiunea de rețea este rareori o idee bună. Plăcile de tip PCI sunt mai rapide și mai ușor de configurat decât produsele corespondente de tip ISA. Dacă trebuie să folosiți o placă ISA, asigurați-vă că se conectează cu întreaga interfață de 16 biți. În afară de faptul că sunt mai lente, plăcile pe 8 biți au câteva opțiuni suplimentare de configurare. Calculatoarele notebook, care nu au sloturi convenționale de extensie, vă oferă două alternative de conectare la rețea. În calculatoarele de acest tip, CardBus și PC Card funcționează la fel ca PCI și, respectiv, ISA. Plăcile care economisesc sloturi (slot-saving cards) încorporează atât adaptoare de rețea, cât și modemuri. Obișnuința de a folosi o singură placă pentru toate nevoile de comunicare stabilește și prețul; aceste plăci tind să fie scumpe, de obicei de mai multe ori decât echivalentele lor cu o singură funcție. Adaptoarele de buzunar care se introduc în porturile paralele au performanțe reduse; adaptoarele externe USB oferă o viteză mai mare, însă limitată la

6 Mbiți/sec datorită încărcării suplimentare a magistralei. Ele nu fac parte din categoria plăcilor CardBus 100Base-T.

### Alte caracteristici

Unele adaptoare de rețea permit adăugarea opțională de memorii ROM de încărcare (boot ROM), care permit PC-urilor să se încarce folosind o unitate de disc situată la distanță, însă această caracteristică este aplicabilă în organizațiile mari, care au servere de rețea dedicate, și nu într-o rețea instalată acasă sau la o firmă mică.

## Distribuitoarele

Distribuitoarele transferă semnalele între PC-uri. Cel mai simplu distribuitor are două funcții: asigură locațiile pentru introducerea cablurilor de rețea de la PC-uri și regenerează semnalele pentru a asigura protecția împotriva erorilor.

Arhitectura Ethernet cere ca toate semnalele din bucla de rețea să fie partajate. Fiecare PC din buclă – adică orice PC conectat la un distribuitor – vede exact aceleași semnale. Cea mai ușoară metodă de asigurare a condiției ar putea fi scurtcircuitarea (lipirea) tuturor cablurilor. Din punct de vedere electric, o astfel de conexiune ar fi un fel de blestem.

Circuitele din distribuitor previn astfel de dezastre. Ele mixează toate semnalele recepționate și apoi transmit combinația rezultată la conexiunea de ieșire.

Pentru a ușura cablarea sistemului, jackurile unui distribuitor au firele legate invers față de jackurile plăcilor de rețea. Aceasta înseamnă că atât conexiunile de transmitere, cât și cele de recepție sunt rezervate; conexiunile utilizate de cartela cu interfață de rețea pentru transmitere sunt folosite de distribuitor pentru recepție.

Distribuitoarele scumpe diferă de modelele economice în principal prin posibilitățile de administrare – adică operații de genul monitorizării și reconfigurării, care sunt de obicei irelevante pentru o rețea mică.

Pentru rețeaua dumneavoastră veți avea nevoie de cel puțin un distribuitor. Un distribuitor este reprezentat fizic de o cutie care include un set de circuite integrate și un grup de jackuri pentru conectoarele RJ-45. Circuitele din interior leagă împreună cablurile 10Base-T și 100Base-T.

Există distribuitoare care sunt denumite *comutatoare (switches)*; altele încorporează comutatoare interne. Un comutator (switch) împarte o rețea în segmente și transferă datele între aceste segmente. Un distribuitor cu două viteze care include un comutator intern poate să lege împreună dispozitive 10Base-T și 100Base-T.

### Viteza

Distribuitorul stabilește viteza de operare pentru toată rețeaua. Distribuitoarele cu două viteze recunosc atât semnalele 10Base-T, cât și semnalele 100Base-T. Distribuitoarele *cu sesizare automată* aleg automat cea mai bună viteză.

Cea mai importantă caracteristică a distribuitoarelor o reprezintă standardul pe care îl suportă. Cele mai ieftine distribuitoare nu recunosc decât semnalele 10Base-T. Următoarea categorie o reprezintă cele care folosesc doar semnalele 100Base-T. Distribuitoarele mai scumpe folosesc atât semnale 10Base-T, cât și semnale 100Base-T și sunt denumite distribuitoare cu două viteze (two-speed, dual-speed sau 10/100).

Este evident faptul că aveți nevoie de un distribuitor care să respecte standardul pe care îl veți folosi. Acum puteți să începeți cu o rețea 10Base-T, iar când prețurile la

echipamentele 100Base-T vor scădea, puteți să o modernizați. În prezent, viteza poate fi o investiție prea mare. Dacă achiziționați acum un distribuitor 100Base-T, va trebui să cumpărați și adaptoare de rețea de 100 MHz pentru PC-uri. Un distribuitor cu două viteze pare să fie compromisul perfect, deoarece acum puteți să îl folosiți împreună cu cartele de 10 MHz și nu trebuie să îl aruncați când veți moderniza rețeaua. Desigur, în acest moment dezavantajul este prețul. Luați în calcul că pentru un distribuitor cu două viteze trebuie să plătiți cu aproximativ 200 de dolari mai mult decât pentru un distribuitor simplu 10Base-T.

### Porturile

Celălalt aspect important pe care trebuie să îl luați în considerare la un distribuitor este numărul de porturi. Aveți nevoie pe distribuitor de câte un port pentru fiecare calculator personal din rețea. Desigur, vă puteți gândi și la câteva porturi suplimentare, care să permită mărirea rețelei, însă mai multe porturi costă mai mult. De asemenea, aveți nevoie de porturi pentru dispozitivele care partajează accesul în Internet, pentru serverele de tipărire și pentru resursele partajate de discuri. Nu fiți zgârcit. Cinci porturi vor asigura doar două opțiuni de creștere a rețelei; opt este mai bine.

Distribuitoarele mai scumpe au caracteristici suplimentare. Majoritatea încorporează porturi de cablu coaxial în vederea interconectării mai multor distribuitoare. Altele includ caracteristici sofisticate de administrare a rețelelor. Pentru acasă sau pentru o rețea mică, nu trebuie să vă complicați cu astfel de detalii. Un distribuitor cu minimum de opțiuni este tot ce vă trebuie.

### Legăturile ascendente

Unele distribuitoare includ un jack de joncțiune sau o conexiune coaxială care servește ca *legătură ascendentă* pentru a lega distribuitoare suplimentare în rețea.

Căutați în mai multe magazine și veți găsi adaptoare gazdă 10Base-T ieftine, care vă costă numai 30 sau 40 de dolari. Cele dedicate pentru rețelele 100Base-T costă 80 sau 100 de dolari. Puteți să cheltuiți mai mult pentru a achiziționa produse de firmă, care sunt mai cunoscute, au garanție mai mare și un suport mai bun.

## Cablarea

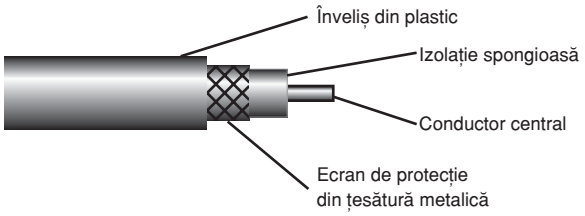
Una dintre cele mai mari probleme cu care se confruntă proiectanții de rețele este păstrarea controlului asupra radiațiilor și interferenței. Toate firele acționează ca niște antene, transmițând și receptând semnale. O dată cu creșterea frecvențelor și a lungimii firelor, crește și nivelul de radiație. Pentru a răspunde cerințelor tot mai ridicate ale domeniului, proiectanții de rețele trebuie să crească atât viteza (folosind frecvențe mai mari), cât și întinderea rețelelor (cu cabluri mai lungi).

Pentru a combate interferența din cablurile rețelei, se folosesc, de obicei, două strategii. Prima este utilizarea cablului coaxial, denumit astfel datorită faptului că este construit dintr-un conductor central, înconjurat de unul sau mai multe ecrane de protecție, care pot fi realizate dintr-o țesătură continuă metalică sau dintr-o peliculă din material plastic metalizat. Fiecare ecran formează un tub lung și subțire și are aceeași axă longitudinală: conductorul central. Ecranul are de obicei potențialul zero (de masă), ceea ce împiedică infiltrarea semnalelor străine sau pătrunderea zgomotelor parazite către conductorul central. Datorită ecranării, cablul coaxial este rezistent

în mod natural la radiație. De aceea, acest tip de cablu a fost ales pentru realizarea primelor rețele.

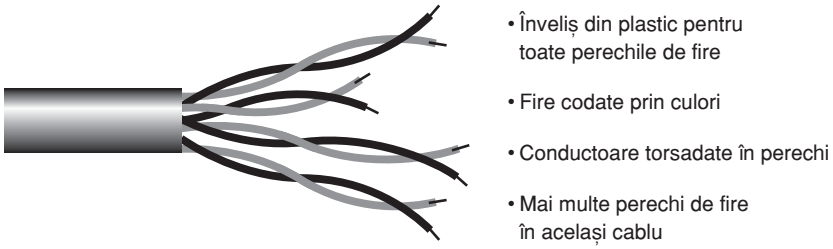
În general, cablurile coaxiale sunt folosite pentru semnale nesimetrice. Aceasta înseamnă că informațiile sunt transportate printr-un singur conductor, și anume conductorul central al cablului coaxial. Conductorul exterior are potențialul zero și servește ca ecran de protecție, așa cum este prezentat în Figura 23.4. O eventuală tensiune care ar putea fi indusă în conductorul central (devenind zgomot sau interferență) ar afecta prima dată conductorul exterior. Deoarece conductorul exterior are potențialul masei, elimină zgomotul înainte ca acesta să poată afecta conductorul central (semnalele de zgomot sunt tensiuni în exces față de potențialul de masă; astfel, prin forțarea semnalului de zgomot la potențialul de masă, valoarea acestuia se reduce la zero).

**FIGURA 23.4**
*Componentele unui cablu coaxial.*




Principala alternativă la cablul coaxial este cablul bifilar torsadat (twisted pair cable), denumit astfel pentru că este alcătuit din două fire conductoare izolate, identice, care sunt înfășurate unul în jurul celuilalt, așa cum este prezentat în Figura 23.5. Cea mai răspândită formă de cablu bifilar torsadat nu conține ecranul de protecție prezent la cablul coaxial și este cunoscută prin acronimul UTP, care provine de la termenul Unshielded Twisted Pair (pereche torsadată neecranată).

**FIGURA 23.5**
*Elementele componente ale unui cablu bifilar torsadat.*


• Înveliș din plastic pentru toate perechile de fire
• Fire codate prin culori
• Conductoare torsadate în perechi
• Mai multe perechi de fire în același cablu

Cea mai mare parte a cablurilor UTP conțin mai multe perechi de conductoare, având până la câteva sute de perechi în interiorul unui singur înveliș din plastic. Cele mai întâlnite tipuri de cabluri UTP conțin între 4 și 25 de perechi torsadate. Perechile din interiorul unui cablu se deosebesc între ele printr-un cod al culorilor. Schema folosită la cablare este o culoare de bază care alternează cu o bandă subțire de altă culoare. Pentru cele două fire dintr-o pereche, culoarea de bază (fundalul) și culoarea de bandă sunt contrare – de exemplu, un fir are un fundal alb cu o bandă albastră, iar perechea sa are un fundal albastru cu o bandă albă. Fiecare pereche are un cod diferit de culori (vezi Tabelul 23.1). Cele mai cunoscute tipuri de cablu UTP respectă specificația AT&T pentru D-Inside Wire (DIW). Același tip de cablu corespunde și cu specificația de cabluri Tip 3 pentru rețele Token Ring a firmei IBM.

**Tabelul 23.1** Codul de culori pentru perechile torsadate neecranate

| *Numărul perechii* | *Codul de culori* | *Numărul perechii* | *Codul de culori* |
|---|---|---|---|
| 1 | Alb/Albastru | 14 | Negru /Maro |
| 2 | Alb/Portocaliu | 15 | Negru /Gri |
| 3 | Alb/Verde | 16 | Galben/Albastru |
| 4 | Alb/Maro | 17 | Galben/Portocaliu |
| 5 | Alb/Gri | 18 | Galben/Verde |
| 6 | Roșu/Albastru | 19 | Galben/Maro |
| 7 | Roșu/Portocaliu | 20 | Galben/Gri |
| 8 | Roșu/Verde | 21 | Violet/Albastru |
| 9 | Roșu/Maro | 22 | Violet/Portocaliu |
| 10 | Roșu/Gri | 23 | Violet/Verde |
| 11 | Negru/Albastru | 24 | Violet/Maro |
| 12 | Negru /Portocaliu | 25 | Violet/Gri |
| 13 | Negru /Verde | | |

*Notă: Prima culoare este culoarea de bază a firului, iar a doua reprezintă culoarea folosită pentru dungi. Celălalt fir din pereche are schema de culori (bază/dungi) inversată.*

Pentru a minimiza radiațiile și interferența, cele mai multe sisteme bazate pe UTP folosesc semnale diferențiale. Ambele conductoare transportă aceeași informație, dar cu polarități diferite (plus și minus), iar echipamentul scade semnalul de pe un conductor din celălalt înainte de amplificare (aflând astfel diferența dintre cele două conductoare și tipul de semnal). Datorită diferenței de polaritate a semnalelor din conductoare, scăderea unuia din celălalt dublează practic puterea semnalului. Însă și zgomotul acumulat de fir apare cu valoare egală în ambele fire. Ca urmare, prin scădere zgomotul este anulat total. Torsadarea firelor din pereche garantează că fiecare conductor acumulează același zgomot. În plus, orice radiație din fir tinde să se auto-anuleze, deoarece semnalele radiate din cele două conductoare sunt adunate. Și în acest caz, torsadarea garantează că cele două semnale sunt radiate egal.

Pentru a avea o protecție suplimentară, unele cabluri bifilare torsadate sunt ecranate. La fel ca în cazul cablului coaxial, ecranarea împiedică interferența să ajungă la conductoarele de semnal.

În aplicațiile practice, cablul bifilar torsadat are câteva avantaje față de cablul coaxial. Are un preț de fabricare și de vânzare mai mic. Este mai flexibil și mai ușor de folosit, iar în birourile din întreaga lume sunt deja instalate segmente imense de cablu bifilar torsadat (firele telefonice). Pe de altă parte, cablul coaxial este mai avantajos când se ia în calcul distanța. Cablul coaxial oferă semnalelor un mediu de lucru mai atent controlat. În general, ecranele de protecție și impedanța controlată permit lucrul cu frecvențe mai mari, ceea ce înseamnă că semnalele din rețea sunt protejate mai bine împotriva estompării și pierderii formelor precise, absolut necesare pentru identificarea sigură ca valori digitale.

Fiecare dintre standardele importante de cablare are propriile cerințe. Chiar dacă limitele stabilite de standard pentru fiecare schemă de cablare par modeste (până la 100 de PC-uri sau o valoare similară), aceste limite se aplică numai unui singur cablu de rețea. Puteți să legați împreună mai multe cabluri folosind concentratoare de rețea sau puteți să extindeți lungimea permisă unui singur cablu utilizând un repetor, care nu este decât un amplificator pentru semnalele de rețea. Repetorul crește puterea semnalului de pe cablul de rețea (și poate pune la dispoziție porturi pentru legarea împreună a mai multor magistrale din rețea) fără să modifice datele de pe magistrală.

## 10Base-5

În specificația IEEE 802.3 se prevede ca în sistemele de cablare ale rețelelor 10Base-5 să fie folosit cablu coaxial cu o impedanță caracteristică de 50 de ohmi. Standardul permite o lungime a magistralei de până la 500 de metri (1.640 de picioare), cu câte un terminator rezistiv de 50 de ohmi la fiecare capăt. Cablul special folosit pentru rețelele de cablu gros este acoperit cu un înveliș galben pentru modul normal de utilizare și cu un înveliș portocaliu pentru o instalare definitivă (de exemplu, deasupra unui tavan suspendat, într-un spațiu folosit ca parte a sistemului de ventilație a clădirii). Datorită culorii, cablul coaxial gros este numit deseori cablu galben. Este similar cu cablul coaxial standard RG-8/U (care este în general negru), însă are anumite caracteristici electrice diferite.

Fiecare PC este atașat la magistrala rețelei printr-un transceiver[1], care, în cele mai multe cazuri, este un interceptor (wire tape) care se fixează pe cablu și îl penetrează prin învelișul exterior și prin ecranul de protecție pentru a realiza conexiunea fără să distrugă magistrala prin rupere sau crestare. Datorită modului în care se fixează pe magistrală și extrage semnalele, acest tip de transceiver este numit deseori vampir (vampire tap). Legarea între transceiver și PC este asigurată de un alt cablu special denumit cablu AUI (Attached Unit Interface). Cablul AUI poate avea lungimea de până la 50 de metri (164 de picioare). În specificația IEEE 802.3 se prevede că puteți conecta până la 100 de transceivere pe o singură magistrală 10Base-5.

## 10Base-2

În standardul IEEE 802.3, 10Base-2 este numit cablu subțire (thin wire) sau rețea subțire (thinnet). Acest sistem folosește un cablu coaxial dublu ecranat de 50 de ohmi similar, dar nu identic cu RG-58/U, un alt cablu de 50 de ohmi utilizat pentru o diversitate de aplicații. În specificația IEEE, cablul de magistrală 10Base-2 nu trebuie să depășească lungimea de 185 de metri (aproximativ 600 de picioare), însă unii producători de adaptoare gazdă (de rețea) permit și distanțe de până la 300 de metri (aproximativ 1.000 de picioare).

Pentru conectarea la magistrala 10Base-2 este nevoie de transceivere, însă adaptoarele gazdă de rețea 10Base-2 încorporează în întregime aceste dispozitive. Cablarea ia forma unei conectări în cascadă, deoarece se folosesc conectoare T pentru adaptoarele gazdă. Un conector T este introdus într-un jack situat în partea din spate a adaptorului de rețea. Un segment de cablu al magistralei de rețea este apoi introdus într-un capăt liber al conectorului T legat deja la adaptorul gazdă, iar un alt cablu este introdus în al doilea capăt liber al conectorului T și trece la următorul adaptor gazdă din rețea. Ca urmare, magistrala de rețea este formată din mai multe segmente scurte. Toate conexiunile la magistrală se fac folosind conectoare BNC. În

1 Transceiver – prescurtare de la transmitter/receiver. Dispozitiv care poate transmite și recepționa semnale. (n. trad.)

locul unui cablu de rețea, la primul și la ultimul transceiver dintr-o magistrală introduceți câte un terminator de 50 de ohmi. La o singură magistrală 10Base-2 puteți să conectați până la 30 de transceivere.

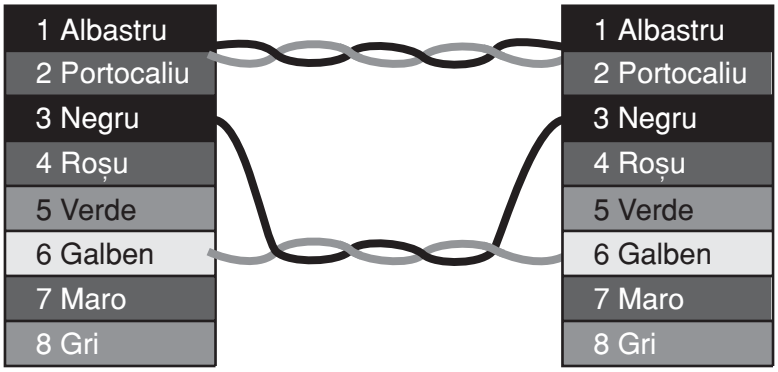
## 10Base-T

Datorită topologiei în stea care le caracterizează, rețelele 10Base-T utilizează o cablare punct la punct. Fiecare cablu de rețea se întinde de la un punct (un PC sau un alt nod) la un alt punct din distribuitor. Acesta are câte un jack de conectare pentru fiecare nod din rețea; fiecare adaptor de rețea are un singur conector.

Sistemul 10Base-T folosește în schema sa de bază cablu bifilar torsadat neecranat. În aproape toate rețelele instalate permanent, în pereți și plafoane sunt prevăzute jackuri care respectă modelul RJ-45 cu opt fire, similar standardului D-Inside Wire (DIW). Pentru a realiza legătura dintre prizele din perete și jackurile adaptoarelor 10Base-T, trebuie să folosiți cabluri modulare speciale. Deoarece firele telefonice obișnuite nu sunt torsadate, ele nu pot fi folosite în rețele de mare viteză.

Deși modelul 10Base-T folosește opt fire (un cablu cu patru perechi) și conectoare cu opt pini, pentru transportul semnalelor sunt utilizate doar patru fire. În mod normal, firele dintre distribuitor și adaptorul gazdă asigură o cablare directă. PC-ul transmite prin pinii 2 și 1 și recepționează prin pinii 6 și 3 (primul număr reprezintă partea pozitivă a conexiunii). În Figura 23.6 este prezentată schema corectă de legare a unui cablu 10Base-T de la un distribuitor la o stație de lucru.

**FIGURA 23.6**
*Legarea unui cablu 10Base-T de la un distribuitor la o stație de lucru.*




La conexiunile dintre distribuitoare, este posibil să fie nevoie de cabluri de joncțiune (încrucișate), în care pinul 1 este legat la pinul 3 și pinul 2 la 6.

Specificațiile 10Base-T nu permit unui cablu întins de la distribuitor la adaptorul gazdă din calculator să depășească lungimea de 100 de metri (aproximativ 325 de picioare). Această distanță include cablul din perete, precum și firele conductoare dintre distribuitor și sistemul de cablare al clădirii și dintre nod și sistemul de cablare al clădirii. La fiecare jack al unui distribuitor poate fi conectat la un moment dat un singur PC sau nod, însă numărul de PC-uri care pot fi conectate la un singur distribuitor este limitat numai de numărul de jackuri din distribuitor. Cele mai multe distribuitoare 10Base-T sunt prevăzute și cu un conector de cablu coaxial subțire sau gros în vederea legării la alte distribuitoare, concentratoare sau repetoare.

# Capitolul 24
# Tipărirea

*Copiile produse de imprimante și plottere reprezintă transpunerea pe hârtie a rezultatului muncii dumneavoastră pe calculator. În ciuda eternelor visuri cu birourile în care nu se lucrează cu hârtie, aceasta rămâne încă suportul de lucru preferat – numai poșta este într-un stadiu avansat de trecere la formatul electronic, dar nici acest serviciu de comunicație nu a influențat prea mult consumul de hârtie. Datorită necesității de a pune ideile pe hârtie, imprimanta a devenit pentru majoritatea utilizatorilor cel mai dorit echipament periferic. Imprimantele nu sunt de un singur fel, ele având la bază mai multe tehnologii de tipărire. Fiecare dintre ele are propriile avantaje și dezavantaje, care variază în funcție de scopul muncii dumneavoastră.*

Ghid rapid cu cele mai cunoscute tehnologii de tipărire din prezent

| *Tehnologie* | *Pe scurt* | *Avantaje* | *Dezavantaje* |
|---|---|---|---|
| Imprimantă matriceală cu ace | Ieftină, însă din ce în ce mai greu de găsit | Realizează copii „dactilografiate“ | Zgomotoasă, dezordonată și de calitate scăzută |
| Imprimantă color cu jet de cerneală | Cea mai căutată imprimantă în prezent | Ieftină, oferă o coloristică bună | Cost per pagină mai ridicat decât la o imprimantă cu laser |
| Imprimantă cu jet de cerneală cu schimbare de stare | O tehnologie nouă, care asigură un nivel superior de culoare | Culori strălucitoare și intense, excelente pentru prezentări și preimprimare | Mai scumpă decât alte imprimante cu jet de cerneală |
| Imprimantă cu laser monocromă | Calitate foarte bună, dar o singură culoare | Texte și imagini grafice de calitate excelentă, la cel mai scăzut cost pe pagină | Evident: o singură culoare |
| Imprimantă cu laser color | Cea mai bună dintre toate categoriile | Calitate ridicată a tipăriturilor în culori | Scumpă în prezent (însă prețurile sunt în scădere – urmăriți evoluția acestei tehnologii) |
| Imprimantă termică cu ceară | Culori intense, strălucitoare | Saturație înaltă a culorilor | Foarte multă culoare consumată pe pagină |
| Imprimantă cu difuzare de vopsea | Ton continuu | Cea mai bună tehnologie pentru fotografii | Scumpă, înlocuită treptat o dată cu creșterea calității imprimantelor cu jet de cerneală |

Tipărirea este arta de a muta cerneala dintr-un loc în altul. Cu toate că această definiție îi va mulțumi doar pe cei cărora le place ambiguitatea, o descriere mai precisă nu ar

corespunde realității reprezentate de nenumăratele tipărituri în care apar sute de fonturi, dar foarte puține idei. O imprimantă modernă pentru calculatoare ia cerneala dintr-un rezervor special și o plasează pe o bucată de hârtie sau pe un alt material asemănător, conform unor modele stabilite de dumneavoastră cu ajutorul PC-ului. Cu alte cuvinte, o imprimantă face vizibile gândurile dumneavoastră.

Acest țel meritoriu are la bază unul dintre cele mai vaste domenii tehnologice de prelucrare a datelor, cu operații care implică ciocănele, jeturi sau blițuri. Gama de performanțe este mai mare decât pentru orice alt echipament periferic. Există diferite modele de imprimante, care operează cu viteze de la cea a melcului până la viteze apropiate de viteza luminii, de la viteze mai mici decât a unei dactilografe bolnave de artrită care ține o mână legată la spate până la viteze mai mari decât a unui Speedy Gonzales care mănâncă plăcinte preparate cu amfetamine. Imprimantele pot avea diferite dimensiuni, de la cutiuțe plate de jumătate de kilogram până la cutii imense pe care nu le poate ridica un singur om și pot arăta a orice, de la un bolovan din neolitic până la coșmarurile lui Batman. Există imprimante care tipăresc pe hârtie textele cu o calitate care rivalizează produsele editurilor profesionale și desenează imagini grafice cu o viteză și o precizie care ar trimite oricând un plotter în lada cu vechituri. Sunt și imprimante care fac să arate elegant o lucrare scrisă de un copil de doi ani.

Clasificarea imprimantelor se poate face după o mulțime de criterii. Puteți deosebi imprimantele după calitate, viteză, tehnologie, scop, greutate, culoare și după orice alt element de proiectare (pot fi găsite nenumărate astfel de criterii).

O analiză completă a tuturor aspectelor referitoare la tehnologiile de tipărire ar ajunge să fie o discuție fără sfârșit, deoarece acest domeniu este în permanentă schimbare. Mereu apar tehnologii noi, iar tehnologiile vechi sunt revăzute și redefinite. În mașinile vechi sunt încorporate invenții noi și se pare că multe dintre ideile de mult uitate revin în forță.

# Imprimantele

În mod evident, termenul „imprimantă pentru calculator“ (computer printer) este un termen general, care nu se referă la un singur aparat, ci la mai multe tipuri. Chiar dacă analizați numai aspectele mecanice ale operației obișnuite efectuate de o imprimantă, adică aplicarea cernelii pe hârtie, veți descoperi că există multe metode de imprimare pe hârtie a lucrărilor efectuate pe calculator, la fel de multe ca posibilitățile de a alunga pisica din casă.

## Istoric

Tehnologia de tipărire a urmat cam același traseu ca sistemele de afișare – primele dispozitive au fost gândite pentru tipărirea orientată pe caractere, însă tehnologia bitmap a ajuns repede opțiunea preferată. Această evoluție era de așteptat. Primele calculatoare personale au fost orientate pe caractere. Manevrarea biților individuali s-a putut realiza destul de repede și de bine numai după ce componentele hardware ale PC-ului au căpătat suficientă putere și un nivel acceptabil de performanță pentru ca tehnologia bitmap să devină viabilă.

De fapt, tipărirea este mult mai veche decât tehnologia de afișare pe ecran; este chiar mai veche decât PC-urile, decât calculatoarele și chiar decât componentele electronice. Tipărirea a apărut o dată cu scrierea cu ajutorul daltelor pe tablete din piatră și din lut și a evoluat încet-încet către scrierea pe bucăți de papirus și copierea manuscriselor în mânăstiri.

Acest tip de scriere a devenit tipărire pe hârtie o dată cu crearea literelor mobile de către Johannes Gutenberg, în secolul al XV-lea. În esență, invenția lui Gutenberg s-a bazat pe desfacerea în bucăți a blocului de lemn cu care se tipărea o imagine de dimensiunea paginii. Fiecare literă a alfabetului a devenit astfel un bloc individual de lemn. De fapt, Gutenberg a inventat tehnologia de tipărire bazată pe caractere, care a stat și la baza proiectării primei generații de imprimante pentru PC-uri.

Desigur, presa de tipar (printing press) este o mașină pentru producerea în masă a unor foi tipărite, în timp ce imprimanta unui calculator este destinată unei producții limitate de copii. La patru secole după invenția lui Gutenberg, comunicațiile personale au rămas exact la nivelul la care se găseau cu un mileniu înainte: scrierea pe papirus sau pe hârtie.

## Tipărirea în număr redus de exemplare

Prima mașină proiectată special pentru comunicațiile personale a fost mașina de scris a lui Christopher Sholes. Scopul urmărit de Sholes nu a fost obținerea unei viteze mari de lucru, ci claritatea tipăriturilor, oferind astfel micilor lucrări comerciale personale (care reprezentau copiile hard ale momentului) uniformitatea și lizibilitatea unei prese de tipar. Abia după câteva decenii, dezvoltarea tehnicii de dactilografiere oarbă a permis unei mașini de scris să depășească viteza scrisului de mână.

Prima generație de imprimante pentru PC-uri a fost constituită din descendente directe ale mașinii de scris a lui Sholes. Aceste imprimante folosesc aceeași tehnologie pentru a pune cerneala pe hârtie – forța impactului direct. Cu toate că o mașină de scris de modă veche are o complexitate mecanică ridicată (un lucru bine cunoscut de cei care au încercat să refacă o astfel de mașină după ce au desfăcut-o în bucăți), principiul său de operare este foarte simplu. Dați la o parte toate camele, pârghiile și clapele și veți vedea că elementele de bază ale mașinii de scris sunt ciocănelele.

Fiecare ciocănel lovește o panglică muiată în cerneală, care este apăsată pe o bucată de hârtie. Impactul ciocănelului cu panglica tușată determină transferul cernelii pe hârtie. După ce este absorbită de fibrele hârtiei, cerneala lasă un semn sau o imagine vizibilă, de forma ciocănelului care a apăsat panglica tușată, de obicei o literă a alfabetului.

În prima perioadă de după apariția calculatoarelor personale – înainte ca producătorii mașinii de scris să-și dea seama că PC-urile ar putea avea o piață proprie pentru imprimante – mai multe firme au adaptat mașinile de scris pentru a rezolva operațiile de tipărire necesare calculatoarelor. Modelul Bytewriter din 1980 este un exemplu tipic al acestui efort – o imprimantă lentă și greoaie pentru calculator, cu o claviatură de mașină de scris. Cu toate că putea lucra cu o viteză dublă față de dumneavoastră, nu era potrivită pentru ieșirea calculatorului.

Pentru scurt timp, pe piață a existat un dispozitiv despre care se pretindea că poate transforma mașina de scris într-o imprimantă prin simpla setare a unei casete pe tastatură. Caseta era plină cu zeci de bobine și alte componente mecanice, astfel încât o navetă spațială părea simplă pe lângă ea. Bobinele operau ca „degete“ acționate electronic, apăsând fiecare clapă la o comandă primită de la calculatorul gazdă. Destul de interesante prin zgomotele produse, aceste dispozitive se găseau undeva la limita dintre absurd și supranatural. Nu se știe sigur dacă aceste mașini, cărora li s-a făcut o reclamă extraordinară în anul 1981, au fost vândute vreodată.

## Trecerea la imaginile grafice

Ca și presa de tipar a lui Gutenberg, toate aceste mașini erau proiectate să lucreze cu caractere, respectând cu exactitate cerințele primelor calculatoare, care se bazau pe terminale orientate pe caractere. Apariția în anul 1982 a imaginilor grafice pe PC-uri a determinat trecerea de la tehnologia bazată pe caractere la operațiile cu biți. Calculatoarele personale au renunțat la lucrul cu caractere individuale și au început să creeze caracterele și imaginile pe care le afișau pe ecran pe baza biților stocați într-o hartă de memorie. Pentru a putea produce copii ale imaginilor grafice simple afișate pe ecrane de primele PC-uri, imprimantele au trecut și ele la tehnologia de descriere a imaginilor prin biți.

Rezultatul a fost *imprimanta matriceală (dot-matrix printer)*, o mașină care tipărește caracterele la fel cum sunt desenate pe ecranul monitorului. La o imprimantă matriceală, materialul de bază pentru tipărirea caracterelor pe hârtie este aproape același folosit pentru afișarea pe ecranul video – punctele. Mai multe puncte pot fi aranjate astfel încât să formeze orice caracter pe care vreți să îl tipăriți. Pentru a ușura modul de operare al imprimantei (și munca proiectantului), imprimantele care formează caracterele din puncte le grupează într-o matrice rectilinie, asemănătoare cu un careu de cuvinte încrucișate.

Acest tip de imprimantă a primit numele chiar după modalitatea de grupare a punctelor într-o matrice de caracter. Cu toate că numele (matriceal) se referă la orice imprimantă care formează textul din mers, utilizând puncte individuale, și nu un model prestabilit, termenul a ajuns să semnifice o tehnologie specifică pentru imprimantă, imprimanta matriceală cu ace. Un termen mult mai general pentru o imprimantă care folosește această tehnologie este *imprimanta cu desenare prin biți (bit image printer)*, însă acest termen a ieșit din uz, deoarece aproape toate imprimantele moderne folosesc această tehnologie și nu are nici un sens să se repete ceva evident.

Imprimanta matriceală cu ace a reflectat trecerea tehnicii de tipărire individuală de la era mecanică la cea informațională. O dată cu această imprimantă, complexitatea mecanică a gestionării mai multor zeci de modele de caractere plasate pe ciocănele individuale a fost înlocuită cu controlul electronic al fiecărui punct.

Imprimante matriceale cu ace mai există și în zilele noastre, însă ele se găsesc în partea de jos a clasamentului imprimantelor și mai sunt folosite doar în aplicații specializate, rămânând ultimele reprezentante ale tehnologiei ciocănelelor și panglicilor tușate, moștenite de la mașinile de scris. Zilele acestor imprimante sunt numărate, deoarece proiectanții noilor tehnologii de tipărire au dat de mult uitării tehnica de tipărire cu ace. Imprimantele moderne cu jet de cerneală au un preț scăzut, ca și imprimantele matriceale, însă oferă avantajele unor texte și imagini grafice mult mai clare, culori mai bune și mult mai puțin zgomot. Din punct de vedere calitativ, imprimantele cu laser (și tehnologiile înrudite cu acestea) depășesc imprimantele matriceale, deoarece îmbunătățesc vizibil aspectul textelor și al imaginilor grafice.

Mai există alte câteva tehnologii pentru imprimante, care au funcții mult mai specializate. Imprimantele termice, foarte silențioase, sunt printre cele mai ieftine. Imprimantele termice cu ceară tipăresc imaginile grafice cu culorile cele mai strălucitoare și mai saturate. Imprimantele cu difuzare de vopsea sunt caracterizate mai ales prin extinderea la maximum a spectrului de culori folosit pentru obținerea copiilor.

Modul nativ de lucru al celor mai multe imprimante cu desenare prin biți vă permite să decideți locul unde să plasați punctele individuale pe foaia tipărită cu ajutorul unei tehnici denumite *grafică APA (all points addressable – cu toate punctele adresabile)*.

Cunoscând instrucțiunile corespunzătoare ale imprimantei, dumneavoastră sau aplicația software pe care o folosiți puteți desena grafuri foarte detaliate sau chiar imagini asemănătoare cu fotografiile realizate prin autotipie în ziare și reviste. Software-ul existent în memoria imprimantei permite controlul poziției fiecărui punct tipăribil – specificat ca tipărit (negru) sau nu (alb). Astfel, în mod asemănător afișării unei imagini pe ecranul televizorului, poate fi construită o imagine întreagă, prin desenarea pe hârtie de rânduri având lățimea de câteva puncte (lățimea este dată de numărul de ace din capul de tipărire).

Această tehnică de tipărire a imaginilor grafice mai are și alte denumiri. Deoarece fiecare punct individual tipărit poate fi atribuit unei anumite locații sau „adrese" de pe hârtie, această tehnică este numită *grafică cu puncte adresabile (dot addressable graphics)*. Uneori, acest nume este scurtat, devenind grafică prin puncte. Sunt și situații în care tehnica este numită grafică cu desenare prin biți, deoarece fiecare punct reprezintă efectiv imaginea unui bit de date. Dacă cineva folosește termenul „grafică" fără a adăuga nici unul dintre aceste adjective sau fraze descriptive, se referă la același lucru – toate tehnicile grafice folosite de imprimantele contemporane sunt cu toate punctele adresabile.

## Elemente de bază

Atunci când evaluați și comparați imprimantele, trebuie să luați în calcul mai mulți factori. Dintre aceștia se remarcă viteza de tipărire, calitatea lucrărilor tipărite, posibilitățile de colorare, motorul de imprimantă, modul de manevrare a suportului de tipărire și costul diferitelor consumabile. Cu toate că multe dintre aceste criterii par evidente, chiar banale, tehnologiile imprimantelor actuale – și reclama – adaugă câteva modificări ciudate. De exemplu, performanțele de viteză pot fi date în unități care nu pot fi ușor comparate. Calitatea înseamnă mai mult decât o valoare exprimată în unități dpi (dots per inch). Iar în cazul culorii, poate fi luată în calcul o valoare suplimentară – negru.

### Viteza

Nimănui nu îi place așteptarea. După ce terminați operația de creare a unui raport sau de editare a unei imagini grafice, doriți imediat o copie hard a lucrării efectuate – o dată cu dumneavoastră, ar trebui să termine și calculatorul ce are de făcut. Imprimanta ideală ar trebui să producă o copie tipărită a lucrării imediat după ce dați comanda de tipărire, adică să scoată dintr-o dată toate cele cincizeci de mii de pagini ale obișnuitului raport lunar.

Nici o imprimantă nu efectuează instantaneu o astfel de operație. De fapt, în practică, aceste dispozitive acoperă o gamă largă de viteze de tipărire.

Toate sistemele de operare moderne includ software pentru derularea tipăririi (print spooling), care permite programelor dumneavoastră să tipărească lucrările cât mai repede posibil, și apoi trimit datele la imprimantă la viteza de operare a acesteia, oricum destul de mică. Puteți tipări un document sau chiar o enciclopedie în timp ce utilizați PC-ul pentru altceva. Viteza imprimantei devine o problemă numai dacă sunteți grăbit și aveți nevoie urgent de un material – în timp ce simțiți în spate respirația fierbinte a editorului, care arde de nerăbdare să vadă ultimul dumneavoastră roman de o mie de pagini, imprimanta tipărește paginile cu viteza unui scrib din evul mediu. Dacă aveți termene limită apropiate, dacă aveți de tipărit lucrări de dimensiuni mari sau dacă folosiți imprimanta în comun cu alți utilizatori și toți aveți mult de lucru, viteza imprimantei devine o problemă importantă. Viteza imprimantei – sau măcar metoda prin care este măsurată această viteză – depinde de tipul de imprimantă.

Inginerii împart imprimantele pentru calculator în două mari categorii: imprimante pe rânduri (line printer) și imprimante pe pagini (page printer). *O imprimantă pe rânduri*,

după cum sugerează și numele, operează textul rând cu rând. În mod obișnuit, acest tip de imprimantă posedă un cap de tipărire care efectuează treceri peste coala de hârtie cu câte un rând de caractere la un moment dat. Cele mai multe imprimante pe rânduri creează un rând întreg la un moment dat, începând să îl tipărească imediat după ce primesc toate datele referitoare la caracterele care alcătuiesc rândul. *O imprimantă pe pagini* rasterizează imaginea unei întregi pagini în propria memorie internă și tipărește pe rând câte o linie de puncte. Înainte să înceapă operația efectivă de tipărire, imprimanta pe pagini trebuie să recepționeze toate datele corespunzătoare paginii respective.

Imprimantele pe rânduri și imprimantele pe pagini produc pe hârtie rezultate echivalente. Pentru ingineri, cea mai importantă diferență este informația stocată în memoria imprimantei. Pentru dumneavoastră, principala diferență este modul în care este specificată viteza celor două tipuri de imprimante.

**Unități de măsură**

Cele două unități de măsură folosite uzual pentru a specifica viteza unei imprimante sunt cps (characters per second – caractere pe secundă) și ppm (pages per minute – pagini pe minut). Nici una dintre aceste unități de măsură nu este dificil de interpretat. Prima reprezintă numărul de caractere pe care o imprimantă le poate tipări în fiecare secundă. A doua unitate de măsură semnifică numărul de pagini tipărite complet care sunt aruncate în fiecare minut în tăvița de ieșire. Oricum, valorile ambelor viteze specificate în documentațiile imprimantelor sunt teoretice și reprezintă doar o aproximare a duratei necesare pentru tipărirea unei anumite lucrări.

Viteza unei imprimante pe rânduri este măsurată în mod normal în caractere pe secundă. Majoritatea producătorilor de imprimante oferă doar valori teoretice pentru această unitate de măsură. Calculul se face astfel: este măsurat timpul în care capul de tipărire parcurge distanța de la marginea din stânga a paginii la marginea din dreapta și se împarte la numărul de caractere care ar putea fi tipărite pe rândul respectiv. Ca urmare, această viteză este dependentă de lățimea caracterelor, iar producătorii aleg valoarea cea mai convenabilă pentru ei.

Trebuie amintit și faptul că cea mai mare viteză nu se obține întotdeauna la utilizarea celor mai mici caractere. În cele mai multe cazuri, viteza cu care capul de tipărire poate pulveriza puncte de cerneală (sau cu care pot acționa acele de tipărire) este fixă și, pentru a tipări caractere mai mici ca dimensiune, imprimanta reduce viteza de deplasare a capului de tipărire.

O valoare exprimată în caractere pe secundă nu poate fi transformată direct în pagini pe minut, însă puteți face o aproximare „la ochi“. Pe o coală standard de hârtie, cele mai multe imprimante pe rânduri tipăresc 80 de caractere pe rând și 60 de rânduri pe fiecare pagină, adică un total de 4.800 de caractere pe pagină. Deoarece un minut are 60 de secunde, fiecare pagină pe minut se traduce în 80 de caractere pe secundă. Pentru a obține o valoare aproximativă în pagini pe minut, se poate împărți la 80 valoarea exprimată în caractere pe secundă.

Acest tip de conversie nu poate fi niciodată exact, mai ales în operațiile de tipărire reale. Sunt puține documentele în care toate rândurile sunt completate de la un cap la celălalt. O imprimantă pe rânduri folosește timpul de lucru numai pentru a opera rândurile care sunt tipărite. Imprimantele moderne includ programe software destul de inteligente pentru a recunoaște suprafețele care nu vor fi tipărite pe coala de hârtie și nu se mai obosesc să mute capetele de tipărire peste spațiile goale. Pe de altă parte, imprimantele pe pagini trebuie să scaneze toată pagina care trebuie tipărită, chiar dacă aceasta conține

un singur rând de text. Aceeași pagină (cu un singur rând de text) este tipărită de o imprimantă pe rânduri în câteva secunde.

**Viteza motorului și productivitatea**

Chiar și în cadrul unei anumite categorii de imprimante, vitezele teoretice nu reflectă performanțele reale. Valorile exprimate în caractere pe secundă sau pagini pe minut și specificate în documentația unei imprimante nu indică viteza reală la care vă puteți aștepta să cadă colile tipărite în tăvița de ieșire. Aceste valori ale vitezei indică de fapt *viteza motorului (engine speed)*, adică cea mai mare viteză cu care motorul imprimantei permite trecerea hârtiei prin el. În realitate, există mulți factori externi care reduc *productivitatea* imprimantei la valori care, uneori, sunt mult mai mici decât viteza motorului imprimantei.

În cazul imprimantelor pe rânduri, valorile specificate pentru viteze se apropie destul de mult de productivitatea reală. Cele mai mari impedimente pentru aceste imprimante apar în cazurile în care rândurile sunt scurte și capul de tipărire își schimbă des direcția de înaintare, precum și în situațiile în care capul de tipărire parcurge distanțe lungi pe coala de hârtie fără să efectueze nici o operație.

În cazul imprimantelor pe pagini, diferența dintre valorile teoretice specificate și cele reale poate fi foarte mare. Date fiind rezoluțiile ridicate la care lucrează, imprimantele pe pagini au nevoie de cantități mari de date pentru a construi imagini grafice desenate prin biți. Timpul necesar pentru transferul acestor informații poate fi în unele situații foarte mare. Imprimantele pe pagini se lovesc de această problemă aproape întotdeauna când PC-ul dumneavoastră rasterizează imaginea și transmite întreaga pagină către imprimantă ca pe o imagine bitmap. Pe de altă parte, dacă imprimanta este cea care rasterizează imaginea, timpul de prelucrare pentru rasterizare se adaugă la timpul de tipărire. În oricare dintre cazuri, dacă luăm în calcul imagini grafice, sunt rare situațiile în care paginile sunt pregătite într-adevăr în același timp în care le poate tipări motorul imprimantei. În loc să fie măsurată în pagini pe minut, productivitatea poate ajunge la minute pe pagină.

**Moduri de operare**

Există imprimante care au capacitatea de a opera în mai multe moduri, calitatea tipăririi reducându-se în favoarea vitezei. Aceste moduri de operare diferă în funcție de tehnologia folosită de imprimantă.

Trei dintre cele mai întâlnite moduri de operare pentru imprimantele matriceale cu ace sunt ciornă (draft), de calitate medie (near letter quality) și de calitate înaltă (letter quality). *Modul ciornă* asigură cea mai mare viteză și cea mai scăzută calitate. Pentru a obține cea mai mare viteză posibilă, în modul ciornă imprimantele mută capetele de tipărire mai repede decât ar fi necesar pentru a tipări în fiecare poziție de pe hârtie. De obicei, în modul ciornă aceste imprimante pot crea punctele doar o dată la două poziții. De asemenea, punctele sunt desenate cu un strat subțire de cerneală, ceea ce dă textelor și imaginilor grafice un aspect caracteristic de gri. *Modul de calitate medie* încetinește puțin capul de tipărire al imprimantei, astfel încât caracterele pot fi tipărite fără întreruperile prezente în modul ciornă. Deoarece densitatea de puncte este mai mare, caracterele apar colorate în negru și sunt mai ușor de citit. *Modul de calitate înaltă* încetinește și mai mult tipărirea, folosind deseori două sau mai multe treceri pentru a da cât mai multe detalii posibile fiecărui caracter. Imprimanta se concentrează pe munca de detaliu, adăugând serife și grosimi variabile caracterelor, pentru a le face să arate foarte asemănător cu orice text tipărit într-o editură.

Imprimantele cu jet de cerneală nu mai sunt afectate de limitările mecanice prezente la imprimantele cu ace, deci nu mai este cazul să vă faceți probleme referitor la densitatea de puncte la viteze mai mari. Cu toate acestea, timpul necesar pentru a forma fiecare jet de cerneală influențează direct viteza capului de tipărire. Cele mai multe imprimante cu jet de cerneală operează la viteza maximă permisă de procesul de formare a jetului. Și în cazul imprimantelor cu jet de cerneală, modul de tipărire ales afectează viteza de tipărire. Diferă numai modurile de lucru; de obicei alegeți între alb/negru și color, iar diferența de viteză dintre acestea poate fi substanțială. Majoritatea modelelor de imprimante color cu jet de cerneală au mai puține duze pentru cernelurile color decât pentru cerneala neagră. În mod obișnuit, fiecare dintre cele trei culori primare va avea numai o treime din numărul de duze corespunzător culorii negru. Ca urmare, capul de tipărire trebuie să efectueze de trei ori mai multe treceri pentru a randa culorile cu același grad de detaliere ca în cazul tipăririi cu negru, fapt pentru care modul de tipărire color este în majoritatea cazurilor de trei ori mai lent decât modul de tipărire alb/negru.

Oricum, raportul de viteză dintre tipărirea color și tipărirea alb/negru variază foarte mult. Când comparați vitezele cu care lucrează două imprimante, trebuie să fiți atent să luați în calcul același mod de operare. Pentru dumneavoastră, cel mai sugestiv mod de lucru este cel pe care îl veți folosi cel mai des. Dacă aveți de tipărit mai ales texte, viteza în modul alb/negru ar trebui să fie cel mai important criteriu de comparație. În cazul în care doriți să realizați foarte multe lucrări color, comparați vitezele în modul color.

Cu toate că multe dintre imprimantele cu desenare prin biți nu vă permit modificarea directă a rezoluției de lucru, puteți mări viteza de tipărire prin opțiunile oferite de aplicațiile software. O rezoluție mai mică înseamnă mai puțin timp pentru randarea punctelor individuale, deci alegerea unei rezoluții mai mici în modul de grafică poate accelera vizibil viteza de tipărire. Sistemul Windows vă permite să alegeți rezoluția la care operează imprimanta, în foaia de opțiuni Graphics din meniul Printer Properties (Proprietățile imprimantei), așa cum este ilustrat în Figura 24.1.

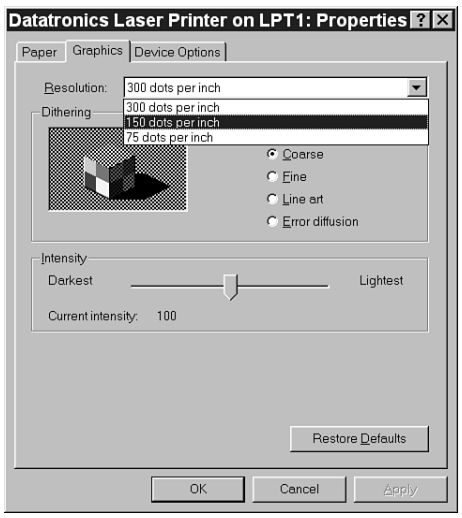



**FIGURA 24.1**
*Selectarea rezoluției imprimantei în sistemul Windows.*

Selectarea unei rezoluții mai mici poate reduce foarte mult timpul necesar pentru tipărirea unei pagini, deoarece este redus timpul de randare. La valori mici ale rezoluției, viteza de tipărire a imaginilor grafice se poate apropia de valoarea vitezei motorului imprimantei. Desigur, partea negativă a acestei opțiuni este că s-ar putea să nu vă placă aspectul cam neîngrijit al lucrării tipărite.

## Calitatea

Aspectul lucrării tipărite pe hârtie nu depinde în totalitate de dumneavoastră. Prin selectarea rezoluției folosite de imprimantă, puteți crește viteza în detrimentul calității. Însă toate tipurile de imprimante au o limită a calității pe care o pot produce. Această

limită este determinată de modelul imprimantei și de construcția sa mecanică. Cauzele și valorile acestor restricții depind de tehnologia imprimantei, fiind diferite atunci când dispozitivul pe care îl folosiți este o imprimantă pe rânduri sau o imprimantă pe pagini.

**Imprimantele pe rânduri**

Imprimantele pe rânduri au două moduri de operare distincte. În primul mod, acceptă texte în formatul ASCII, selectează modelele din biți corespunzătoare dintr-un generator de caractere intern și le tipăresc, rând cu rând, ca secvențe individuale. În al doilea mod, adică în modul de grafică, imprimanta acceptă date descrise prin biți de la PC și randează pur și simplu pe hârtie modelele din biți alese de calculator. Aceste modele din biți pot reprezenta atât caractere de text, cât și imagini grafice. Cu toate că în modul de grafică imprimanta randează rândurile unul câte unul, nu știe ce tipărește pe fiecare rând sau ce legătură există între două rânduri învecinate, chiar dacă unele caractere mai înalte ocupă două sau mai multe rânduri. Toate aceste detalii sunt controlate de PC-ul dumneavoastră.

Problemele pe care le presupune determinarea calității materialului tipărit de imprimantă depind de modul de operare. În modul de text, calitatea caracterelor tipărite de orice imprimantă pe rânduri este determinată de trei factori cheie – numărul de puncte din matrice care formează fiecare caracter, dimensiunea punctelor din matrice și adresabilitatea imprimantei. Cu cât este mai densă matricea (cu cât sunt mai multe puncte într-o suprafață dată) și cu cât sunt mai mici punctele, cu atât caracterele arată mai bine. O adresabilitate mai bună permite imprimantei să plaseze punctele pe hârtie cu o precizie mai mare.

Dimensiunea minimă pentru o matrice de caractere, indiferent de tipul imprimantei, este 5x7 puncte (orizontal pe vertical) și este suficientă pentru a tipări toate literele mici și mari din alfabet, foarte clar, dar inestetic. Punctele tipărite sunt mari și nu sunt legate. În plus, matricea minimală este prea mică pentru a permite caracterelor prelungite în jos (cum sunt „g“, „j“, „p“, „q“ și „y“) să fie tipărite sub nivelul celorlalte caractere și le face să arate înghesuite și neterminate. În prezent întâlniți rareori acest nivel minim de calitate, cu excepția celor mai ieftine imprimante și mașini, proiectate exclusiv pentru tipărirea cu viteză foarte mare a ciornelor.

Matricea minimă folosită de majoritatea imprimantelor matriceale cu ace care se găsesc în comerț are dimensiunile 9x9 puncte, ceea ce înseamnă un nivel care poate fi citit, dar nu asigură un aspect prea elegant. Noile modele, cu 18 și cu 24 de ace, pot forma caractere utilizând matrice de la 12x24 până la 24x24. Imprimantele cu jet de cerneală pot forma în modul de text caractere în matrice măsurând până la 72 pe 120 puncte.

Prin trecerea de la modul de caractere la modul de grafică, problemele referitoare la matricele de caractere dispar. Factorii determinanți ai calității devin adresabilitatea și rezoluția.

Ca și în cazul monitoarelor, rezoluția și adresabilitatea oricărui tip de imprimantă sunt deseori confundate. Rezoluția indică modul real în care vedeți imaginea tipărită pe hârtie; adresabilitatea indică noțiunea mult mai abstractă a plasării punctelor. Când este menționată rezoluția, mai ales în cazul imprimantelor matriceale cu ace, se intenționează de fapt să se vorbească despre adresabilitate. O imprimantă poate să adreseze orice poziție de pe hârtie cu o precizie de 1/120 inci. Însă dacă un ac de tipărire este mai mare de 1/120 inci în diametru, imprimanta nu va putea să randeze detalii de dimensiunea 1/120 inci. Mecanismele imprimantelor cu jet de cerneală realizează o apropiere foarte mare între adresabilitate și rezoluție, însă aceste eforturi sunt inutile în cazul în care folosiți un suport de hârtie necorespunzător. Dacă cerneala din jet este absorbită în

fibrele hârtiei, se împrăștie și anulează excelenta rezoluție pe care multe dintre aceste mașini o pot produce.

Apropierea adresabilității de valoarea rezoluției este o provocare pentru proiectanții imprimantelor matriceale cu ace (și unul dintre numeroasele motive pentru care această tehnologie a pierdut procente serioase din totalul de utilizatori). Punctele mari realizate de acele de tipărire ascund toate detaliile. Imprimantele de calitate mai bună au ace de tipărire mai multe și mai mici. De asemenea, panglica tușată inserată între ace și hârtie nu permite unei imprimante matriceale cu ace să realizeze puncte cu un contur precis delimitat. Și restricțiile mecanice reduc rezoluția pe hârtie a imprimantelor cu ace.

Imprimantele matriceale cu ace folosesc diverse trucuri pentru a îmbunătăți calitatea de tipărire, care este deseori foarte scăzută. În multe cazuri, când calitatea este pe primul plan, chiar și imprimantele bidirecționale ajung să efectueze operații într-o singură direcție. Pentru a crește densitatea de puncte, ele parcurg fiecare rând de două sau de mai multe ori, mutând hârtia pe verticală cu jumătate din înălțimea unui punct (dot) între treceri și completând spațiul dintre puncte. Operațiile într-o singură direcție asigură plasamentul corect al punctelor la fiecare trecere.

**Imprimantele pe pagini**

În cazul imprimantelor cu desenare prin biți fără impact, rezoluția și adresabilitatea sunt, în mod obișnuit, aceleași, cu toate că unele dintre aceste imprimante folosesc tehnici speciale de îmbunătățire a rezoluției, aparent fără a schimba numărul de puncte plasate pe o suprafață dată.

*Tehnologia de îmbunătățire a rezoluției (Resolution Enhancement Technology* sau *ReT)* mărește calitatea aparentă a tipăririi pe hârtie în limitele rezoluției; poate face tipăritura să arate mai clar decât ar fi posibil în mod obișnuit. Această tehnologie, introdusă pe piață de firma Hewlett-Packard în luna martie 1990, o dată cu seria de imprimante LaserJet III, se bazează pe modificarea dimensiunii punctelor de toner la marginile caracterelor și a liniilor diagonale, în scopul reducerii liniilor zimțate inevitabile în orice tehnică matriceală de tipărire prin biți. Folosind tehnologia ReT, rezoluția reală pe hârtie rămâne la valoarea stabilită pentru motorul de imprimantă – de exemplu 300 sau 600 dpi – însă dimensiunea optimizată a punctelor face ca imaginea tipărită să apară mai clară.

Creșterea rezoluției reprezintă mai mult decât o rafinare a modelului mecanic al motorului de imprimantă. Și componenta electronică a imprimantei trebuie să fie adaptată acestor modificări, și prin acest lucru se înțelege în primul rând creșterea dimensiunii memoriei – o creștere substanțială. Necesarul de memorie se mărește o dată cu pătratul densității de puncte liniare. Dublarea numărului de puncte pe inci (dpi) determină creșterea de patru ori a cantității de memorie necesară. La rezoluții mari, cerințele de memorie pentru rasterizarea imaginii pot deveni enorme – în jur de 14 MB pentru o imagine cu rezoluția de 1200 dpi. În Tabelul 24.1 este prezentată o listă cu cerințele de rasterizare pentru cele mai întâlnite rezoluții ale imprimantelor monocrome.

**Tabelul 24.1** Dimensiunea memoriei de rastru pentru rezoluțiile imprimantelor monocrome

| *Rezoluția* | *Puncte* | *Octeți* |
|---|---|---|
| 75 dpi | 450.000 | 56.250 |
| 150 dpi | 1.800.000 | 225.000 |

*continuare*

**Tabelul 24.1** Continuare

| *Rezoluția* | *Puncte* | *Octeți* |
|---|---|---|
| 300 dpi | 7.200.000 | 900.000 |
| 360 dpi | 10.368.000 | 1.296.000 |
| 600 dpi | 28.800.000 | 3.600.000 |
| 720 dpi | 41.472.000 | 5.184.000 |
| 1.200 dpi | 115.200.000 | 14.400.000 |
| 1.440 dpi | 165.888.000 | 20.736.000 |

Desigur, adăugarea mai multor culori mărește necesarul de memorie. Din fericire, profunzimea în biți a culorii folosită în tehnologiile uzuale de imprimante nu impune aceleași cerințe ca în cazul monitoarelor. O imprimantă folosește numai câteva nuanțe care corespund culorilor de cerneală și, cu excepția câtorva tehnologii care se bazează pe tonuri continue, cum ar fi difuzia vopselelor, gama de valori a fiecărei culori este limitată în mod normal la activ sau inactiv (on sau off). Un avantaj este faptul că rezoluțiile culorilor sunt, în general, mult mai scăzute decât rezoluția monocromă, fiind definite de dimensiunea punctelor mari de culoare (superpixeli) și nu prin puncte individuale. În orice caz, cerințele de memorie pentru rasterizare ale unei imprimante color sunt mult mai mari decât în cazul unei imprimante monocrome.

Rețineți că, la tipărirea textelor, imprimantele pe pagini pot opera într-un mod de caractere mapate (mapped character mode), astfel că nu mai este necesară atât de multă memorie. Chiar dacă dispune de o dimensiune minimă a memoriei, o imprimantă poate stoca imaginea unei pagini întregi în cod ASCII sau într-un alt cod similar, utilizând câte un octet pentru fiecare literă, ca și definițiile caracterelor mai multor fonturi. În acest mod, imprimanta generează punctele individuale pentru fiecare caracter în timpul scanării paginii.

Trecerea la rezoluții mai mari introduce cerințe suplimentare pentru o imprimantă. De exemplu, la imprimantele cu laser rezoluțiile mai fine cer formule îmbunătățite pentru toner, deoarece, la rezoluții mari, dimensiunea particulelor de toner limitează precizia în același fel în care dimensiunea acelor de tipărire limitează rezoluția imprimantelor matriceale cu ace. În cazul imprimantelor cu laser cu rezoluție mare, devine foarte importantă utilizarea tonerului corect, în special dacă aveți cartușe reîncărcate. Un toner necorespunzător limitează rezoluția la fel cum o panglică tușată scămoșată reduce calitatea imaginilor tipărite de o imprimantă matriceală cu ace.

## Culoarea

Trecând la lucrul cu culori, imprimantele au început cu culorile primare. Primele imprimante color au folosit cerneluri corespunzătoare celor trei culori fundamentale – roșu, galben și albastru. Dacă aveați nevoie de orice altă nuanță, imprimanta trebuia să găsească o metodă de combinare a celor trei culori, astfel încât să obțină nuanța dorită. Această combinare poate fi fizică sau optică.

Combinarea fizică a culorilor presupune ca două sau mai multe cerneluri să fie amestecate în timp ce sunt încă umede. Cum cernelurile de imprimante sunt proiectate astfel încât să se usuce rapid, culorile care urmează să fie combinate trebuie să fie aplicate

simultan sau în succesiune foarte rapidă. Doar câteva imprimante se bazează pe combinarea fizică a cernelurilor în scopul creșterii numărului de culori produse.

Combinarea optică se poate produce prin două tehnici diferite. Fie se aplică un strat de cerneală peste altul (care s-a uscat deja), fie culorile se aplică una în apropierea celeilalte.

Aplicarea mai multor straturi de culoare presupune ca cernelurile să aibă un anumit grad de transparență, deoarece o cerneală cu adevărat opacă ar putea să ascundă total prima culoare aplicată. Cele mai multe cerneluri folosite în imprimantele moderne sunt transparente, ceea ce le permite să fie folosite și pe hârtie, dar și pe folii transparente în vederea pregătirii unor prezentări pe retroproiectoare. Nuanța exactă a unei cerneli transparente depinde, desigur, și de culoarea suportului pe care este aplicată.

Combinarea optică a culorilor are loc și în cazul intercalării punctelor a două sau mai multe culori. Dacă punctele sunt atât de apropiate încât nu pot fi deosebite cu ochiul liber, culorile lor se combină pe retină, fiind percepute ca o nuanță intermediară. Cea mai mare parte a imprimantelor color pentru calculatoare personale utilizează avantajele acestui tip de combinare optică prin intercalarea nuanțelor.

**Imprimantele cu trei culori și cele cu patru culori**

Culorile primare folosite de imprimante pentru tipărire nu sunt la fel de simple ca cele trei culori fundamentale cunoscute. Pentru a obține o reproducere cât mai bună a unei culori, imprimantele folosesc un set puțin deosebit de culori primare – magenta în loc de roșu, cyan în loc de albastru și galbenul uzual. Chiar și acest amestec este departe de a fi perfect, deoarece la combinarea tuturor acestor culori se obține ceva destul de departe de negru. Din acest motiv, imprimantele mai performante includ și negru între culorile primare.

De fapt, negrul poate juca două roluri într-o imprimantă color. Multe imprimante cu jet de cerneală vă permit să alegeți între modul de operare alb/negru și color prin simpla schimbare a cartușelor cu cerneală. În aceste dispozitive, negrul este tratat ca o nuanță separată, care nu poate fi amestecată cu cele trei culori primare. Aceste *imprimante cu trei culori* realizează nuanțe numai din cele trei culori primare, chiar dacă unele dintre ele pot tipări negru pur utilizând un cartuș special, numai cu cerneală neagră. Aproximarea de negru obținută din amestecul celor trei culori primare este denumită *negru complex (composite black)* și are deseori abateri de culoare. Imprimantele cu patru culori plasează negrul pe același nivel cu cele trei nuanțe fundamentale și le amestecă pe toate patru. Această tehnică de tipărire cu patru culori realizează nuanțe superioare de negru, tonuri mai pure de gri și asigură o profunzime mai mare tuturor nuanțelor.

Pentru creșterea gamei de culori pure care pot fi tipărite de o imprimantă, producătorii au adăugat cerneluri de mai multe culori. De exemplu, unele dintre modelele noi de imprimante Hewlett-Packard cu jet de cerneală, cum ar fi DeskJet 693C, oferă opțiunea de înlocuire a cartușului de cerneală neagră cu al doilea cartuș de cerneală cu trei culori, ridicând astfel la șase numărul total de nuanțe primare. Această creștere a domeniului de culori primare se materializează în reproduceri mult mai realiste ale imaginilor, folosind mai puține resurse decât alte tehnici de îmbunătățire a culorii, cum ar fi intercalarea nuanțelor.

**Intercalarea nuanțelor**

Televiziunea color obține rezultate excelente folosind cele trei culori primare, reușind să redea un spectru aproape infinit de nuanțe. Însă tuburile televizoarelor beneficiază de un avantaj de care majoritatea imprimantelor nu au parte. Televizorul poate modula fasciculul de electroni și îi poate modifica intensitatea. Cele mai multe imprimante au la dispoziție o singură intensitate pentru fiecare culoare. Ca urmare, domeniul de bază este

de patru culori pure și șapte culori obținute prin amestec, combinând magenta și albastru pentru a obține violet, magenta și galben pentru a obține portocaliu și albastru și galben pentru a obține verde. Dacă adăugați și culoarea suportului de hârtie pe care se realizează tipărirea, domeniul de bază al celor mai multe imprimante color este de opt culori.

Industria tipografică se confruntă cu aceeași problemă, încercând să randeze un spectru foarte larg pe baza celor patru culori primare. Pentru a extinde gama de nuanțe care pot fi tipărite, graficienii recurg la autotipii color. Ei împart o imagine în puncte fotografice, cu ajutorul unei site. Prin tehnici fotografice speciale (sau, mult mai des în zilele noastre, cu un calculator), graficienii pot modifica dimensiunea punctelor în funcție de intensitatea culorii.

Cele mai multe imprimante pentru calculatoare nu pot modifica dimensiunea punctelor tipărite. Pentru a obține un efect de autotipie, ele folosesc *intercalarea nuanțelor (dithering)*. Pe baza acestei tehnici, culorile care nu fac parte din gama de nuanțe pure ale unei imprimante sunt randate în modele de puncte colorate folosind nuanțele primare. În loc să reprezinte printr-un punct tipărit un singur pixel dintr-o imagine, tehnica intercalării nuanțelor folosește o mică matrice de puncte pentru a realiza un singur pixel. Acești pixeli formați din mai multe puncte sunt denumiți *superpixeli*. Prin modificarea numărului de puncte care pot fi tipărite cu o anumită culoare de cerneală în matricea de superpixeli, imprimanta poate modifica intensitatea percepută a culorii.

Problema acestei tehnici este că scade rezoluția percepută a imaginii color. Rezoluția este limitată de dimensiunea superpixelilor și nu de punctele individuale. De exemplu, pentru a încerca randarea unei imagini în culori reale (opt biți pentru fiecare culoare primară), imprimanta trebuie să folosească superpixeli cu dimensiunea 8x8 puncte. Rezoluția scade cu un factor echivalent. Astfel, o imprimantă care are o rezoluție de 600 dpi tipărește o imagine color cu o rezoluție de 75 dpi.

**Driverele**

Obținerea unor culori bune prin tehnica de intercalare a nuanțelor este mai mult o artă decât o știință. Prin alegerea modelului de intercalare se stabilește modul în care pot fi randate culorile omogene. O alegere mai puțin inspirată a acestui model determină suprapunerea unui moar pe imaginile tipărite sau apariția unor spații libere foarte mari între superpixeli. Mai mult decât atât, culorile nu sunt combinate la fel pe ecran și pe hârtie. Cele două medii folosesc, de obicei, spații total diferite pentru reprezentarea culorilor (RGB pentru monitor, CMYK pentru imprimantă), fiind necesară o etapă de trecere de la unul la celălalt. Cernelurile nu au întotdeauna culori pure. Culorile primare folosite pot fi destul de diferite de cele originale, iar culorile obținute prin amestecarea lor pot fi și mai ciudate.

Driverul de imprimantă poate corecta toate aceste neajunsuri. Calitatea culorilor produse de imprimantă depinde de cât de bine a fost scris driverul. Un driver bun permite crearea de imagini de calitate fotografică pe o imprimantă cu jet de cerneală, în timp ce un driver necorespunzător poate determina obținerea unor imagini grafice deplorabile, chiar și în cazul în care este folosit același motor de imprimantă. Din nefericire, calitatea unui driver de imprimantă nu este evaluată după specificațiile unui anumit standard. Îl puteți aprecia numai după ce aveți în fața ochilor o lucrare tipărită. Pentru a obține cea mai bună calitate a lucrării, va trebui să folosiți driverul scris special pentru modelul respectiv de imprimantă, și nu unul pentru un model emulat de imprimantă. Mai mult decât atât, va trebui să obțineți ultima versiune a driverului.

Pentru a avea oricând la dispoziție actualizările driverului imediat după apariție, va trebui să consultați periodic situl Web al producătorului imprimantei.

## Motoarele de tipărire

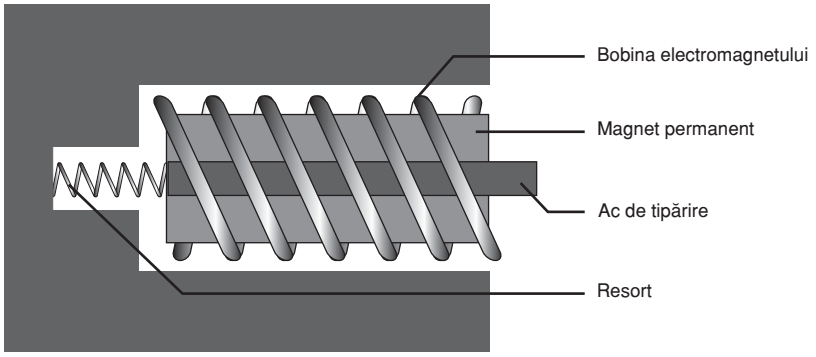
Mecanismul care formează o imagine pe hârtie este denumit *motor de tipărire (print engine)*. Fiecare mecanism sau motor folosește un principiu fizic diferit pentru a aplica cerneala pe hârtie. Cu toate că fiecare tehnologie are avantajele, slăbiciunile și particularitățile sale, s-ar putea să nu sesizați care este diferența dintre paginile tipărite. Prin luarea în considerare a tuturor detaliilor, calitatea a ajuns la un nivel la care limita rezoluției este stabilită de hârtie și nu de imprimantă, iar culorile se apropie foarte mult de cele fotografice, singurul neajuns fiind profunzimea, pe care nu o poate oferi decât acoperirea cu un strat gros de gelatină. Pentru realizarea acestor imagini, diferitele tehnologii folosite de motoarele de tipărire operează diferențiat, având fiecare propriile viteze, niveluri de zgomot și cerințe. Aceste diferențe pot face ca un anumit tip de motor de tipărire să fie o opțiune mai bună decât altele pentru aplicația cu care lucrați.

### Imprimantele matriceale cu ace

Imprimantele moderne de nivel minim folosesc un motor de tipărire matriceal cu ace. Elementul central al acestor imprimante este un cap de tipărire mecanic, ce se deplasează înainte și înapoi de-a latul colii de hârtie. Mai multe ace fine de tipărire acționează ca niște ciocănele care imprimă pe hârtie cerneala de pe o panglică din pânză sau material plastic.

În cele mai multe imprimante matriceale cu ace, există un mecanism destul de complex, dar eficient, care controlează fiecare ac de tipărire. În mod normal, acul de tipărire este ținut la distanță de panglica tușată și de hârtie cu un magnet permanent puternic, împotriva forței unui resort care îl împinge din spate. Magnetul este înfășurat într-o bobină, formând un electromagnet cu polaritatea opusă celei a magnetului permanent. Pentru a lovi cu acul de tipărire panglica tușată din fața hârtiei, electromagnetul este activat (bineînțeles, sub controlul calculatorului), iar câmpul său îl neutralizează pe cel al magnetului permanent. În lipsa forței magnetului permanent care reține acul de tipărire în spate, resortul împinge cu forță acul de tipărire în exterior spre panglica tușată, imprimând cerneala pe hârtie. După ce acul de tipărire desenează punctul respectiv, electromagnetul este dezactivat și magnetul permanent readuce acul de tipărire înapoi, în poziția de așteptare, gata pentru o nouă acțiune. În Figura 24.2 este prezentată o schemă de principiu a mecanismului asociat unui ac din capul de tipărire.

**FIGURA 24.2**
*Schema de principiu a mecanismului capului de tipărire dintr-o imprimantă matriceală cu ace.*




Mecanismul cu doi magneți și un arc este proiectat cu un singur scop principal – pentru a ține acul de tipărire la distanță de hârtie (și într-un loc protejat) atunci când

imprimanta și capul de tipărire nu sunt alimentate cu curent. Complexitatea dispozitivului este justificată de protecția pe care o asigură delicatelor ace de tipărire.

Capul de tipărire al unei imprimante matriceale este format din mai multe astfel de mecanisme cu ace de tipărire. Cele mai multe dintre imprimantele din prima generație proiectate pentru calculatoarele personale și multe dintre cele actuale folosesc nouă ace poziționate pe o coloană verticală. Pentru a obține o calitate ridicată, la a doua generație de imprimante numărul de ace de tipărire a fost mărit de la 9 la 18 sau 24. Acestea sunt aranjate de obicei pe rânduri paralele și sunt decalate pe verticală, însă există și unele imprimante care folosesc modele diferite. Datorită numărului mai mare de ace de tipărire care trebuie să ocupe cam același spațiu (și care tipăresc la aceeași înălțime de caracter), acele pot desena mai multe detalii într-o singură trecere. Deoarece deseori sunt mult mai fine decât acele de tipărire cu care erau dotate imprimantele din prima generație, aceste capete de tipărire cu mai multe ace permit obținerea unei rezoluții mai mari.

Indiferent de numărul de ace, capul de tipărire se deplasează pe orizontală de-a latul hârtiei, ca unitate individuală, pentru a tipări un rând de caractere sau o imagine grafică. Fiecare ac de tipărire este acționat atunci când este necesar pentru a forma caracterele individuale sau punctele corespunzătoare imaginii grafice. Momentul de impact al fiecărui ac de tipărire este stabilit cu precizie, astfel încât are loc exact unde trebuie în cadrul matricei. Acele acționează din mers; capul de tipărire nu se oprește niciodată până când nu ajunge la marginea opusă a colii de hârtie.

Un factor important în determinarea vitezei de tipărire a unei imprimante matriceale este timpul necesar între loviturile succesive ale fiecărui ac de tipărire. Legile dinamicii limitează accelerația pe care o poate obține fiecare ac de tipărire în drumul până la hârtie și înapoi. Astfel, timpul necesar pentru a retrage și a reactiva fiecare ac de tipărire creează o limită fizică a vitezei cu care capul de tipărire poate efectua trecerea între marginile colii de hârtie. Capul de tipărire nu se poate deplasa până la poziția următorului punct înainte ca fiecare dintre acele de tipărire să fie pregătit de acțiune. În cazul în care capul de tipărire traversează coala de hârtie cu o viteză prea mare, poziționarea punctelor (și formele caracterelor) pot deveni cu totul întâmplătoare.

Pentru a crește viteza de operare, unele imprimante matriceale cu ace efectuează o tipărire bidirecțională, imprimând un rând de la stânga la dreapta, și apoi rândul următor de la dreapta la stânga. Acest mod de operare economisește timpul care, în mod normal, s-ar pierde la revenirea cartușului în marginea din stânga a imprimantei pentru a începe rândul următor. Desigur, imprimanta trebuie să aibă suficientă memorie pentru a stoca informațiile necesare tipăririi unui rând complet de text, pe care să le poată citi în timpul efectuării cursei inverse.

Este relativ simplu să adăugați culori unei imprimante matriceale cu ace. Culoarea pe care o tipărește imprimanta depinde de cerneala din rezervor sau de pe panglica tușată. Cu toate că unii producători realizează imprimantele color cu ace cu ajutorul mai multor panglici tușate, cele mai bune (și mai ieftine) modele folosesc panglici speciale, cu mai multe culori, care conțin trei sau patru benzi corespunzătoare culorilor primare. Pentru a schimba culorile, imprimanta mută panglica pe verticală, astfel încât în fața acelor de tipărire apare o bandă de culoare diferită. În cele mai multe cazuri, imprimanta va randa un rând într-o culoare, va muta vertical panglica tușată colorată și apoi va efectua o nouă trecere pe același rând, dar cu o altă culoare. Mecanismul suplimentar necesar acestei operații este simplu și ieftin, costând mai puțin de 50 de dolari. (Desigur, panglica tușată colorată costă mai mult și nu poate fi folosită la fel de mult ca echivalentul său monocrom.)

Cu toate că panglicile folosite de cele mai multe dintre aceste imprimante color sunt umezite doar cu trei sau patru cerneluri colorate, prin combinarea acestora se pot obține pe hârtie șapte culori diferite. De exemplu, prin aplicarea unui strat de albastru peste un strat de galben se obține o nuanță de verde.

La fel ca mașinile de scris pe care le-au moștenit, toate imprimantele matriceale cu ace au multe calități apreciate. Păstrând tradiția unei experiențe inginerești de mai mult de un secol, ele sunt reprezentantele unei tehnologii bine puse la punct. Modelele și funcțiile lor sunt relativ simple și familiare.

Cele mai multe imprimante cu ace pot tipări pe orice suport care poate reține cerneala, astfel că puteți utiliza orice hârtie pe care o găsiți prin casă, de la foiță până la cartoane mai subțiri. Dacă atât tehnologiile cu ace, cât și cele fără ace au fost dezvoltate până în punctul în care oricare dintre ele poate produce tipărituri de bună calitate sau la viteze mari, tehnologia cu ace este mai utilă într-un domeniu comercial foarte necesar, crearea formularelor în mai multe exemplare. Imprimantele cu ace pot tipări nu numai printr-o simplă panglică tușată, ci și prin mai multe coli de hârtie. Introduceți o coală de indigo între colile de hârtie sau, mai bine, folosiți hârtie autocopiantă, și veți obține mai multe copii identice printr-o singură trecere prin mecanismul de tipărire. Pentru anumite aplicații comerciale – de exemplu, crearea chitanțelor – copiile la indigo sunt o necesitate, iar tehnica de tipărire cu ace este o cerință obligatorie.

Înrudirea imprimantelor cu ace cu mașinile de scris este dovedită și de o altă caracteristică a acestora. Acțiunea ciocănelelor peste panglica tușată și hârtie produce un zgomot, o rafală de sunete puternice, cu o amplitudine ridicată și frecvențe înalte, penetrante și plictisitoare ca un aparat dentar sau ca un roi furios de țânțari mari și înfometați. În mod obișnuit, zgomotul unei imprimante cu ace este mai puternic decât o conversație obișnuită și este mai supărător decât o discuție aprinsă. Cu cât este mai mare viteza de lucru a imprimantei cu ace, cu atât este mai ridicat și mai enervant zgomotul acesteia.

Unii producători de imprimante au redus foarte mult zgomotele stridente ale imprimantelor – unele imprimante rapide, care ating chiar 780 de caractere pe secundă, nu depășesc nivelul de zgomot de 55 dB, ceea ce este aproape cât nivelul unui difuzor silențios de PC. În schimb, veți părăsi cu siguranță camera în momentul în care o imprimantă cu ace ieftină (care este cea mai bună ofertă pe piața de imprimante) începe să tipărească o lucrare.

## Imprimantele cu jet de cerneală

Cele mai răspândite imprimante personale din zilele noastre folosesc motoare de tipărire cu jet de cerneală. Numele „inkjet“ (jet de cerneală) descrie de fapt tehnologia de tipărire. Dacă acest termen vă reamintește de submarinul Nautilus și de sepia uriașă sau de un avion B-52 pulverizând un fluid albastru în locul unei dâre albe, sunteți pe drumul cel bun. Imprimantele cu jet de cerneală sunt niște sepii electronice, care împroașcă cerneala la fel ca niște motoare miniaturale cu reacție alimentate numai cu culori. Deși denumirea acestei tehnologii pare a sugera contrariul – o imprimantă care pulverizează picături mici de cerneală pe hârtie – modul său de operare este destul de bun pentru a realiza imagini cu o claritate similară celei oferite de cea mai mare parte dintre celelalte tehnologii de tipărire.

În esență, imprimanta cu jet de cerneală este o imprimantă pe rânduri, ceva mai avansată decât o imprimantă matriceală lipsită de tehnica de impact cu ciocănele. În

locul unui ciocănel care imprimă cerneala pe hârtie, mecanismul cu jet de cerneală pulverizează lichidul prin niște *duze* micuțe, fiecare dintre ele corespunzând unui ac de tipărire din imprimanta matriceală cu impact. Forța care activează mecanismul poate fi un electromagnet sau, așa cum se preferă în ultima vreme, un cristal piezoelectric (un cristal fin care se deformează la aplicarea unui câmp electric asupra sa). Un impuls digital clar de electricitate obligă cristalul să se contracte și forțează trecerea cernelii prin duze și pulverizarea ei pe hârtie. Tipurile de motoare cu jet de cerneală sunt cele cunoscute: termic, piezoelectric și cu schimbare de stare.

În esență, tehnologia de bază a celor trei tipuri de mecanisme cu jet de cerneală este aceeași. Pentru a împiedica scurgerea continuă a cernelii prin duze, imprimantele se bazează atât pe orificiul mic al duzei, cât și pe tensiunea superficială a cernelii lichide. În loc să iasă la suprafață, cerneala se strânge în jurul orificiului, la fel ca picăturile de apă pe o suprafață cerată. În loc să se împrăștie sau să iasă din duză, picăturile mici de cerneală adună, deoarece forța de atracție a moleculelor din cerneală (sau din apă) este mai puternică decât forța gravitației. Motorul cu jet de cerneală trebuie să aplice o forță de o anumită valoare pentru a depăși tensiunea superficială și a pulveriza cerneala în exterior; acesta este elementul care determină diferențele dintre tehnologiile cu jet de cerneală.

**Imprimantele cu jet de cerneală termice**

Cea mai folosită tehnologie cu jet de cerneală se numește *termică* pentru că folosește căldura din capul de tipărire pentru a încălzi o cantitate mică de cerneală pe bază de apă. Încălzirea produce mici bule de abur, care pot ieși prin duzele capului de tipărire. Mecanismul termic controlează cu atenție fenomenul de formare a bulelor. Astfel, poate menține temperatura din duză la valoarea necesară pentru a împiedica spargerea bulelor de cerneală. Apoi, când trebuie să deseneze un punct pe hârtie, capul de tipărire încălzește duza, bulele se sparg și cerneala este pulverizată din duză pe hârtie, tipărind punctul dorit. Datorită dimensiunii foarte mici a bulelor, nu este nevoie de prea multă căldură sau timp pentru a forma și a sparge bulele; capul de tipărire poate repeta operația de sute de ori pe secundă.

Acest proces oarecum ciudat a fost descoperit de un cercetător al firmei Canon în anul 1977, însă aplicarea sa în mecanismul unei imprimante a fost realizată abia după șapte ani. Prima imprimantă cu jet de cerneală pentru PC-uri produsă în serie a fost Hewlett-Packard ThinkJet, lansată pe piață în luna mai 1984; acest model folosea principiul jetului de cerneală produs prin metode termice (pe care firma HP l-a regăsit într-o inovație din 1979 a cercetătorului John Vaught). Imprimanta utiliza o singură culoare și oferea o rezoluție de 96 dpi la o viteză de 150 de caractere pe secundă, atingând aproape același nivel de performanță cu imprimantele matriceale cu ace disponibile la momentul respectiv. Tehnologia – alături de viteză și rezoluție – a fost îmbunătățită substanțial de atunci. Numele *BubbleJet*, folosit de firma Canon pentru imprimantele sale cu jet de cerneală, derivă din această tehnologie, cu toate că modelul termic cu bule este folosit și în imprimantele produse de firmele DEC, Hewlett-Packard, Lexmark și Texas Instruments.

Principalul dezavantaj al sistemelor cu jet de cerneală termice îl constituie chiar căldura care creează bulele. Aceasta uzează în timp capul de tipărire, fiind necesară înlocuirea periodică a acestuia pentru a menține imprimanta la cei mai buni parametri de lucru. Unii producători minimizează consecințele acestei probleme prin plasarea duzelor imprimantei pe cartușele de cerneală, astfel că atunci când se completează rezervorul cu cerneală sunt înlocuite automat și duzele. În această situație, nu mai trebuie să înlocuiți duzele, cel puțin nu independent, deoarece această operație este efectuată oricum la împrospătarea rezervei de cerneală.

Bazându-se pe faptul că, de obicei, duzele rezistă mai mult decât cantitatea de cerneală din orice rezervor de dimensiune acceptabilă, alți producători le-au proiectat ca piese separate, care pot fi înlocuite independent. Principala diferență dintre cele două sisteme se reduce la modalitatea de întreținere a imprimantei respective. Cu toate că prima variantă, în care duzele sunt combinate cu cartușul de cerneală, pare să fie mai scumpă, diferența dintre costurile totale de utilizare a celor două sisteme este neglijabilă.

**Imprimantele cu jet de cerneală piezoelectrice**

Al doilea model de mecanism cu jet de cerneală folosește o altă metodă de pulverizare a cernelii prin duzele capului de tipărire – presiunea mecanică. Însă aceste imprimante nu utilizează o pompă cu piston, ci duze speciale, care presează cerneala și o forțează să iasă afară. Duzele sunt realizate dintr-un *cristal piezoelectric*, un material care are proprietatea de a se deforma când i se aplică o tensiune electrică. Când imprimanta trimite duzei piezoelectrice un impuls electric, întreaga duză se arcuiește către interior și presează cerneala din rezervor spre exterior, pulverizând-o pe hârtie. Acest mecanism cu duze piezoelectrice este utilizat în special de firma Epson în seria Stylus de imprimante cu jet de cerneală, cu excepția modelului Stylus 300.

Principalul avantaj al acestui mecanism, după cum afirmă și cei de la Epson, este un cap de tipărire cu o durată de viață mai mare. De asemenea, firma Epson asigură utilizatorii că aceste modele de imprimante tipăresc puncte mai clare pe hârtie. Spargerea bulelor poate crea halouri de picături de cerneală, în timp ce picăturile de lichid produse de imprimantele piezoelectrice formează puncte mult mai compacte.

**Imprimantele cu jet de cerneală cu schimbare de stare**

Al treilea tip de tehnologie cu jet de cerneală se bazează mai mult pe cerneală decât pe mișcarea acesteia. În loc să folosească cerneluri pe bază de solvent, care sunt fixate (adică uscate) prin evaporare sau absorbție în suportul pe care se efectuează tipărirea, această tehnologie folosește cerneluri care se întăresc, modificând starea acestora de la lichid la solid. Datorită modificării de stare, acest tip de mecanism cu jet de cerneală este numit cel mai des *cu schimbare de stare (phase-change inkjet)*.

Imprimantele cu jet de cerneală cu schimbare de stare topesc baghetele sau barele mici de cerneală pe bază de ceară și le transformă într-un lichid, pe care îl pulverizează pe hârtie sau pe un alt suport de tipărire. Picăturile mici de cerneală, rămânând fără sursa de căldură, se răcesc rapid pe suport, revenind la starea solidă. Datorită utilizării cernelii solide, acest tip de imprimantă mai este denumit și imprimantă cu jet de cerneală solidă.

Primul model de imprimantă care a folosit tehnologia cu schimbare de stare a fost Howtek Pixelmaster, care a apărut pe piață la sfârșitul anilor ‘80. Promovată ca o mașină pentru operații speciale, Howtek nu a impresionat prea mult domeniul de resort. Tehnologia cu schimbare de stare a atins cel mai important nivel o dată cu lansarea în anul 1991 de către firma Tektronix a modelului de imprimantă Phaser III PXi. Firma Tektronix a îmbunătățit tehnologia cu schimbare de stare în scopul obținerii de imagini grafice mai clare și al unei operări mai fine. În timp ce vechiul model Pixelmaster folosea cerneluri pe bază de plastic, care creau mici grămăjoare pe hârtie și înfundau uneori capul de tipărire, modelul Phaser III folosea cerneluri pe bază de ceară și un element suplimentar în procesul final de tipărire, un dispozitiv care turtea picăturile reci de cerneală cu o rolă din oțel la ieșirea hârtiei din imprimantă.

Indiferent de tehnologie, toate imprimantele cu jet de cerneală sunt capabile să realizeze imagini mai clare decât imprimantele matriceale cu ace, deoarece ele nu folosesc panglici tușate, care ar putea încețoșa imaginile tipărite. Imprimantele cu jet de cerneală oferă o

calitate de tipărire pe hârtie care poate egala și chiar depăși calitatea multor imprimante cu laser mai scumpe. Chiar și modelele mai ieftine oferă valori ale rezoluției cel puțin la fel de ridicate ca ale imprimantelor cu laser, în jurul a 720 de puncte pe inci (dpi).

Un alt avantaj al tehnologiei cu jet de cerneală este culoarea. Adăugarea culorilor se face foarte simplu. Cele mai multe imprimante color cu ace deplasează capetele de tipărire de mai multe ori peste fiecare rând, schimbând la fiecare trecere diferitele culori ale panglicii tușate; de exemplu, tipăresc la început un rând cu galben, apoi cu magenta, cu cyan și, în final, cu negru. Imprimantele cu jet de cerneală folosesc de obicei trei sau patru culori la o singură trecere a capului de tipărire, cu toate că înălțimea coloanelor colorate este de multe ori mai mică decât dimensiunea capului de tipărire.

Cerneala lichidă din imprimantele cu jet de cerneală poate constitui un avantaj la modelele color. Chiar și după pulverizarea pe hârtie, cernelurile rămân suficient de fluide pentru a putea fi amestecate fizic. Această facilitate oferă imprimantelor color cu jet de cerneală capacitatea de a combina culorile primare proprii pentru a crea nuanțe intermediare. Imprimantele cu jet de cerneală oferă o gamă largă de calități de culoare. Cele mai bune modele oferă culorile cele mai strălucitoare și mai saturate dintre toate tehnologiile. Totuși, cele mai multe dintre ele nu pot produce o paletă completă de culori adevărate.

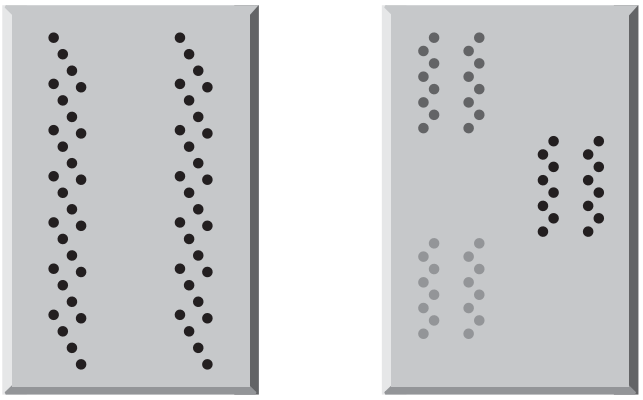
Deoarece imprimantele cu jet de cerneală sunt imprimante fără ace, sunt mult mai silențioase decât motoarele matriceale obișnuite. Fără a avea ciocănelele care „bombardează" hârtia cu cerneală la fel cum bate cuie un tâmplar miop, imprimantele cu jet de cerneală sunt foarte puțin zgomotoase în operațiile obișnuite. Micile picături de cerneală agită atât de puțin aerul, încât nici nu se aud. Singurul zgomot pe care îl auziți la o imprimantă de acest tip este cel provocat de suportul capului, care se deplasează înainte și înapoi.

Făcând parte din clasa imprimantelor mecanice pe rânduri, mecanismele cu jet de cerneală au, inevitabil, dezavantajul vitezei față de imprimantele pe pagini. Cu toate că la tipărirea textelor oferă viteze comparabile cu celelalte imprimante, mai ales când folosesc doar cerneală neagră, în modul color viteza de tipărire este redusă considerabil, la o treime sau chiar mai puțin din viteza normală de lucru.

Motivul principal de scădere a vitezei de operare este că cea mai mare parte dintre imprimantele color cu jet de cerneală nu tratează egal culorile, favorizând negrul. De fapt, la tipărire veți folosi negrul mult mai mult decât orice altă culoare sau nuanță. Capul de tipărire obișnuit al unei imprimante color Lexmark cu jet de cerneală este un exemplu perfect. Aceasta tipărește coloane de culoare de numai 16 puncte înălțime, în timp ce coloanele de negru au înălțimea de 56 de puncte (vezi Figura 24.3). Tipărirea unui rând de culoare de aceeași înălțime cu cea tipărită în negru presupune mai multe treceri, chiar dacă imprimanta poate pulveriza la fiecare trecere toate cele trei culori.

Tehnologia cu jet de cerneală are și alte dezavantaje. Cu toate că în utilizarea generală, de zi cu zi, le puteți considera imprimante pentru hârtie normală, capabile să realizeze imagini grafice satisfăcătoare pe orice tip de material care poate trece prin mecanism, pentru a obține cea mai bună calitate posibilă, imprimantele cu jet de cerneală trebuie să folosească un tip special de hârtie, care posedă o anumită capacitate de absorbție. De asemenea, trebuie să aveți grijă ca tipărirea să se efectueze pe o anumită parte a hârtiei, pentru că cele mai multe tipuri de hârtie sunt tratate pentru absorbție numai pe o singură parte. Dacă încercați să folosiți hârtie mai ieftină, care este prea poroasă, cernelurile vor fi absorbite necontrolat, formând pete. Dacă hârtia este prea lucioasă, cerneala umedă se poate întinde.

**FIGURA 24.3**
*Dispunerea duzelor pe capetele de tipărire ale unei imprimante color cu jet de cerneală.*




Primele modele de imprimante cu jet de cerneală aveau obiceiul, deloc plăcut, de a se bloca cu regularitate din cauza înfundării duzelor. Pentru a evita astfel de probleme, modelele mai bune de imprimante cu jet de cerneală au fost prevăzute cu rutine (operații) interne de ștergere, care curăță duzele după fiecare tipărire. Însă prin aceste proceduri de curățare se pierdea multă cerneală scumpă. Acum, cele mai multe duze au proprietatea de autoetanșare, astfel că atunci când nu sunt folosite, aerul nu poate pătrunde în rezervorul cu cerneală. Unii producători au combinat chiar mecanismul propriu-zis (practic duzele) și rezervorul cu cerneală într-un singur modul, care poate fi înlocuit cu ușurință. Oricum, dacă lăsați nefolosită o imprimantă cu jet de cerneală fără a o curăța cu multă grijă, nu vă va fi deloc ușor să lucrați cu ea după câteva luni.

## Imprimantele cu laser

Principala revoluție care a schimbat atât aspectul birourilor, cât și al pădurilor din întreaga lume a fost inventarea fotocopiatorului. Copacii au fost sacrificați cu milioanele pentru a furniza suportul necesar copierii documentelor în două, trei sau mai multe exemplare. Imprimanta cu laser contemporană, cu desenare prin biți și fără ace, a apărut pe lume datorită acestei tehnologii.

În esență, principiul imprimantei cu laser este simplu. Unele materiale reacționează mai ciudat la acțiunea luminii. Seleniul și unii compuși organici complecși își modifică conductivitatea electrică în urma expunerii la lumină. Atât copiatoarele, cât și imprimantele cu laser folosesc acest efect fotoelectric prin focalizarea unei imagini optice pe un tambur fotoconductor pe care a fost plasată o sarcină electrică statică. Sarcina dispare de pe suprafețele conductoare care au fost atinse de lumină, însă rămâne pe suprafețele întunecate. Apoi, pe tambur este împrăștiat un colorant special, numit *toner*, care se fixează pe suprafețele încărcate. Un cilindru apasă hârtia pe tambur pentru a transfera colorantul pe hârtie. Colorantul este imprimat pe hârtie prin încălzire sau „topire“.

Imprimanta cu laser a evoluat de fapt din fotocopiator. Însă adevăratul strămoș al imprimantei cu laser nu a fost cunoscuta mașină Xerox electrostatică, ci un proces cu efect similar, denumit electrofotografie, care utiliza o lumină puternică pentru capturarea unei imagini și o făcea vizibilă cu ajutorul unui toner fin pe bază de carbon. Procesul a fost experimentat în anii ‘60 de Keizo Yamaji în laboratoarele firmei Canon. Prima aplicație comercială a acestei tehnologii, denumită *New Process* pentru a o deosebi de procesul vechi (xerografia), a fost un fotocopiator Canon apărut pe piață în anul 1968.

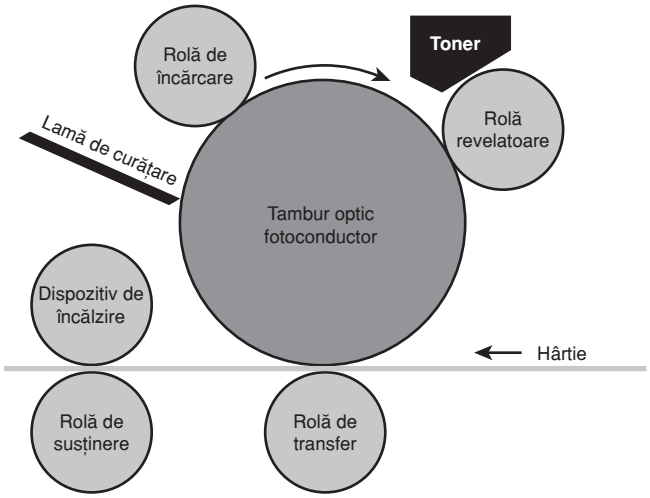
Prima imprimantă cu laser propriu-zisă a fost un model demonstrativ, realizat de firma Canon în anul 1975, care se baza pe un fotocopiator modificat. Prima imprimantă cu laser comercială pentru PC-uri a apărut în anul 1984, când firma Hewlett-Packard a introdus pe piață primul model LaserJet, care se baza pe motorul Canon CX. În esență, acest model și toate cele care i-au urmat folosesc același proces, un gen de tipărire offset pe bază de căldură și lumină.

Secretul imprimantei cu laser este formarea imaginii prin baleierea unei raze laser înainte și înapoi de-a lungul unui tambur. Trucul, cunoscut foarte bine de magicieni, este utilizarea oglinzilor. O mică oglindă rotitoare reflectă raza laser de-a lungul tamburului, urmărind fiecare rând care trebuie scanat. Tamburul se rotește pentru a trece la următorul rând de scanare, sincronizându-se cu raza emisă de sursa laser. Pentru a crea combinația de lumini și umbre a imaginii, raza laser este activată sau dezactivată. Raza este comutată cu rapiditate în starea activă pentru suprafețele luminate și în starea inactivă pentru suprafețele întunecate, punct cu punct, pentru a forma o imagine prin biți.

Cele mai importante variante ale procedeului de tipărire cu laser diferă în ceea ce privește raza de lumină și modul în care este modulată. De exemplu, *imprimantele cu obturator LCD (LCD-shutter printers)*, plasează o diafragmă electronică (sau un grup de diafragme) între o sursă de lumină uniformă (care nu trebuie să fie obligatoriu de tip laser) și tamburul de creare a imaginii în scopul modulării razei. *Imprimantele cu leduri (LED printers)* utilizează ca surse optice diode electroluminiscente obișnuite. În oricare dintre cele două cazuri, aceste echipamente se bazează pe același proces electrofotografic utilizat de orice imprimantă cu laser pentru a efectua operația efectivă de tipărire.

Mecanismul de bază al imprimantei cu laser nu se compune doar dintr-o rază și un tambur. În realitate, un astfel de mecanism include mai mulți tamburi sau role, până la șase într-o imprimantă monocromă și mai multe în dispozitivele color. Fiecare are un anumit rol în procesul de tipărire. În Figura 24.4 este prezentată o schemă cu mai multe role.

**FIGURA 24.4**
*O imagine de principiu a mecanismului imprimantei cu laser.*




Tamburul de formare a imaginii, numit adesea OPC de la *optical photoconductor (fotoconductor optic)*, trebuie să fie încărcat înainte să accepte o imagine. O rolă specială, denumită *rolă de încărcare (charging roller)*, aplică sarcina electrostatică uniform pe tamburul OPC.

După ce sarcina a fost plasată pe toată lățimea unei suprafețe a tamburului OPC, acesta se rotește în fața razei modulate de lumină. Pe măsură ce raza baleiază tamburul OPC și acesta se rotește, sistemul creează o copie electrostatică a paginii care trebuie tipărită.

Pentru formarea unei imagini vizibile, există o *rolă revelatoare (developing roller)*, care acoperă tamburul OPC cu particule de toner. Suprafețele luminate, încărcate cu sarcină electrostatică, atrag și fixează tonerul pe tambur. Părțile tamburului neexpuse la lumină nu pot efectua aceste operații.

Imprimanta derulează hârtia între tamburul OPC și o *rolă de transfer (transfer roller)*, care este încărcată electrostatic suficient de puternic pentru a atrage tonerul de pe tambur. Deoarece hârtia se găsește între rola de transfer și tamburul OPC, tonerul este fixat pe hârtie după modelul format de raza laser modulată. În acest moment, numai o sarcină electrostatică superficială mai ține tonerul fixat pe hârtie.

Pentru a face imaginea permanentă, imprimanta împinge hârtia între *un dispozitiv de încălzire (fuser)* și o *rolă de susținere (backup roller)*. Pe măsură ce hârtia intră în mecanismul respectiv, imprimanta încălzește dispozitivul de încălzire la o temperatură mare – de ordinul a 350 de grade Fahrenheit (200 de grade Celsius). Căldura emisă de dispozitivul de încălzire și presiunea exercitată de rola de susținere topesc tonerul și îl imprimă permanent pe hârtie. După această operație, pagina tipărită este depusă în tăvița de ieșire a imprimantei.

Între timp, tamburul OPC continuă să se învârtă, ștergând suprafețele deja tipărite cu ajutorul unei *lame de curățare (cleaning blade)*, care elimină toate particulele de toner rămase pe el. După ce tamburul trece din nou pe lângă rola de încărcare, procesul se repetă. Primele modele de imprimante cu laser foloseau tamburi OPC destul de mari pentru a înregistra imaginea unei întregi pagini. Echipamentele moderne folosesc role mai mici, care formează imaginea într-un proces continuu.

Cu toate că unii producătorii au mai modificat această schemă de bază pentru ca mecanismul să încapă într-un anumit model de carcasă sau pentru a optimiza procesul, tehnologia folosită de toate dispozitivele cu laser este, în principiu, aceeași. La o valoare dată a rezoluției, rezultatele produse de cele mai multe mecanisme sunt foarte apropiate. Pentru a observa diferențele, ar trebui să aveți o lupă. Cea mai importantă diferență este faptul că, pentru a obține rezoluții mai bune, producătorii au optimizat progresiv atât mecanismul, cât și partea electronică a imprimantelor. Rezoluția de bază a unei imprimante cu laser începe de la 300 de puncte pe inci. Cea mai folosită rezoluție este acum la nivelul de 600 dpi. Cele mai bune imprimante cu laser dedicate pentru PC-uri ajung la o rezoluție de 1.200 dpi.

Pentru cele mai multe imprimante cu laser, nivelul rezoluției este fixat, în principal, de componentele electronice ale imprimantei. Cea mai importantă parte din circuitul de control este *procesorul de imagini de tip rastru (Raster Image Processor)*, pentru care se folosește și abrevierea RIP. Funcția acestui procesor este de a converti șirul de caractere sau celelalte comenzi de tipărire într-o imagine descrisă prin biți, pe care imprimanta o transferă pe hârtie. Ca urmare, RIP lucrează la fel ca o placă video, interpretând comenzile de desenare (o singură literă într-un flux de tipărire reprezintă de fapt comanda de tipărire a literei respective), calculând poziția fiecărui punct pe pagină și trimițând valoarea corespunzătoare în memoria imprimantei. Memoria imprimantei este organizată la fel ca rastrul unui ecran video, iar o celulă de memorie – un bit independent pentru imprimantele cu laser alb-negru obișnuite – corespunde cu poziția pe hârtie a fiecărui punct.

Procesorul RIP poate, prin construcție, să limiteze o imprimantă cu laser la o anumită rezoluție. Pentru unele dintre primele modele de imprimante cu laser, această restricție era considerată un avantaj, deoarece permitea îmbunătățirea rezoluției prin înlocuirea procesorului RIP intern cu produse specializate, care controlau imprimanta și sursa laser printr-o *intrare video*. Intrarea video a primit acest nume deoarece semnalul său este aplicat direct sursei de lumină din imprimanta laser în formă scanată, de rastru (la fel ca o imagine televizată), ocolind cea mai mare parte din circuitele electronice ale imprimantei. Acest procesor suplimentar poate crea rezoluții mai bune modulând raza laser la rate mai mari.

Însă trecerea de la rezoluția de 300 dpi la 600 dpi și la 1.200 dpi presupune mai mult decât schimbarea procesorului RIP și adăugarea de memorie. Pentru a obține rezoluții mai mari, sunt necesare formule îmbunătățite pentru toner, deoarece, la rezoluții ridicate, dimensiunea particulelor de toner limitează precizia la fel cum dimensiunea acelor de tipărire limitează rezoluția imprimantelor matriceale cu ace. Pentru imprimantele cu laser cu rezoluție mai mare, este din ce în ce mai important să folosiți tonerul corect (care este specificat în documentație), în special dacă aveți cartușe de toner reumplute. Un toner necorespunzător limitează rezoluția, tot așa cum o panglică tușată scămoșată limitează calitatea lucrărilor tipărite de o imprimantă cu ace.

Procesul de adăugare a culorilor la o imprimantă cu laser nu înseamnă numai introducerea mai multor culori de toner. Raza laser trebuie să creeze separat imaginea fiecăreia dintre cele trei sau patru culori primare și să transfere pe hârtie tonerul corespunzător fiecăreia. Procesul de creare a imaginii pentru fiecare culoare presupune formarea unei imagini complete prin trecerea peste tamburul OPC. Ca urmare, formarea unei imagini complete impune trecerea peste tambur de trei sau patru ori.

Semnificația exactă a unei treceri diferă de la un producător la altul. Cele mai multe imprimante cu laser color folosesc trei sau patru treceri distincte pentru fiecare coală de hârtie. Hârtia este rulată în jurul tamburului și efectuează patru tururi complete. Pentru fiecare culoare în parte se creează pe tambur câte o imagine, iar fiecare imagine este transferată separat pe coala de hârtie. Între treceri, imprimanta curăță tamburul.

Chiar și așa-numita tipărire „cu o trecere“, experimentată pentru prima dată de firma Hewlett-Packard, presupune patru rotații complete ale tamburului pentru scanarea separată a fiecărei culori, iar tonerul este așezat pe tambur separat pentru fiecare culoare. Hârtia trece însă o singură dată prin mașină pentru imprimarea imediată a imaginii complete în culori, toate cele patru culori fiind amestecate împreună pe hârtie. Mai întâi sunt transferate pe tambur primele trei culori. După ce și ultima culoare – negru – ajunge pe tambur, imprimanta rulează hârtia și transferă tonerul pe aceasta. Astfel, hârtia trece o singură dată prin imprimantă, de unde și denumirea „cu o trecere“.

Tehnologia laser cu o trecere nu oferă o îmbunătățire reală a vitezei de tipărire. Tamburul fotoconductor se rotește de același număr de ori ca la orice imprimantă cu patru treceri. Viteza motorului este dată de viteza cu care se rotește tamburul și de numărul de rotații efectuate, astfel că procesul de tipărire cu o trecere nu aduce o îmbunătățire semnificativă a performanțelor.

Avantajul tipăririi laser cu o trecere provine din înregistrarea de imagini separate pentru fiecare culoare. În sistemele cu laser color convenționale, alinierea hârtiei trebuie să se realizeze identic la toate cele patru treceri, pentru ca toate cele patru culori să fie imprimate corect pe hârtie. În sistemul cu o trecere, alinierea hârtiei nu reprezintă o problemă. Doar tamburul trebuie să își păstreze alinierea, operație ușor de realizat, deoarece tamburul face parte din mecanism și nu este un element introdus din exterior.

Indiferent de numărul de treceri, adăugarea culorilor determină reducerea vitezei în mecanismele cu laser. În general, viteza imprimantelor laser color scade până la un sfert din viteza unui motor monocrom similar, datorită cerinței de a efectua patru treceri. (La tipărirea cu trei treceri, viteza se reduce la o treime din rata unui mecanism monocrom). De exemplu, o imprimantă care în regim monocrom lucrează cu o viteză de 12 pagini pe minut va opera cu numai 3 ppm în regimul color. Chiar și în aceste condiții, imprimantele cu laser color sunt, de obicei, mai rapide decât alte imprimante color pe pagini. De asemenea, sunt și mai silențioase. Mai mult, comparându-le cu imprimantele termice cu ceară, care reprezintă o tehnologie color de calitate ridicată, ele sunt mai economice, deoarece o imprimantă cu laser folosește toner numai pentru elementele tipărite ale imaginii. Imprimantele termice cu ceară au nevoie de câte o pagină de cerneală pentru fiecare pagină tipărită, indiferent de densitatea imaginii.

## Imprimantele termice directe

O imprimantă care operează pe baza aceluiași principiu ca un cărbune pare să fie mai utilă unui cercetaș decât unui director care călătorește des, însă imprimantele care sunt astăzi cel mai ușor de transportat funcționează exact pe baza acestui procedeu – echivalentul arderii (carbonizării) unei imagini pe hârtie. Imprimantele termice folosesc același sistem electric de încălzire ca word-burner, o rezistență care se încălzește cu ajutorul curentului electric. În cazul imprimantei termice, elementul de rezistență este micuț, astfel că se încălzește și se răcește rapid, într-o fracțiune de secundă. La fel ca la imprimantele cu jet de cerneală, capul de tipărire termic este similar celui al unei imprimante matriceale, cu excepția faptului că încălzește în loc să lovească.

Imprimantele termice nu carbonizează hârtia pe care tipăresc. Ele nu utilizează hârtii care sunt periculoase când sunt încălzite și sunt gata să ardă (deși ar putea îndeplini și funcția de brichetă). Imprimantele termice folosesc hârtie specială, sensibilă termic, hârtie care ajunge de la alb la o nuanță apropiată de negru la o temperatură medie.

Tehnologia termică este ideală pentru imprimantele portabile, deoarece sunt implicate doar câteva elemente mobile – se deplasează doar capul de tipărire și nimic altceva. Acolo unde nu sunt arcuri și sârme nu apar blocaje. Pentru elementele rezistive, care au dimensiune mică, este nevoie de puțină energie pentru încălzire, chiar mai puțină decât este necesară pentru a activa un ac de tipărire într-o imprimantă cu ace. Imprimantele termice pot fi ușoare, silențioase și fiabile. Ele pot funcționa chiar cu baterii.

Hârtia specială de care este nevoie reprezintă un dezavantaj. În afară de faptul că este costisitoare (deoarece este hârtie specială), se simte bine și tinde să se decoloreze dacă este încălzită necorespunzător la o temperatură prea ridicată; hârtia nu poate spune care este diferența dintre un cap de tipărire cald și un loc liniștit încălzit de soare.

Treptat, imprimantele termice devin dispozitive pentru operațiuni speciale. Imprimantele cu jet de cerneală posedă foarte multe avantaje similare și folosesc hârtie mai convenabilă ca preț; din acest motiv, imprimantele ieftine cu jet de cerneală au invadat teritoriul imprimantelor termice.

## Imprimantele termice cu transfer

Proiectanții de imprimante au stabilit un grad de independență a tehnologiei termice față de hârtie sau suportul de tipărire, prin mutarea substanței care formează imaginea de pe hârtie pe o panglică tușată. În loc să modifice caracteristicile hârtiei, aceste echipamente periferice transferă colorantul sau cerneala de pe banda tușată pe hârtie.

Căldura emisă de capul de tipărire înmoaie liantul care ține fixată cerneala pe panglică, permițând transferul acesteia pe hârtie. Întâlnind hârtia rece, liantul fixează din nou cerneala. Deoarece liantul folosit cel mai frecvent este ceara, aceste dispozitive sunt numite deseori imprimante termice cu transfer de ceară.

Imprimantele de acest tip produc cele mai vii, mai pure și mai expresive culori dintre toate tehnologiile de tipărire în culori. Deoarece elementele mecanismelor termice nu au componente mobile, ele pot fi făcute oricât de mici pentru a obține rezoluții ridicate. Motoarele de tipărire termice cu ceară existente în prezent obțin rezoluții similare cu cele ale imprimantelor cu laser. Însă, din cauza restricțiilor în construcția capetelor de tipărire, cea mai bună rezoluție a acestor imprimante se obține prin îmbunătățirea performanțelor pe o singură dimensiune (verticală). Cele mai performante imprimante termice cu ceară obțin rezoluții de 300 de puncte pe inci pe orizontală și 600 de puncte pe inci pe verticală.

Comparate cu alte tehnologii, motoarele termice cu ceară sunt lente și neeconomice. Sunt lente deoarece componentele termice de tipărire trebuie să aibă posibilitatea de a se răci înainte de a avansa cu 1/300 dintr-un inci la următorul rând de pe hârtie. Și sunt neeconomice pentru că folosesc coli de dimensiuni mari pentru transferul de cerneală, folii de plastic pe care culorile sunt fixate cu ajutorul unui strat de ceară. Pentru fiecare dintre culorile primare care trebuie tipărite pe o pagină se folosește o coală de transfer având aceeași dimensiune cu coala de hârtie care trebuie tipărită, ceea ce înseamnă că pentru o pagină de hârtie se consumă cam 1,2 m de coală de transfer. Ca urmare, tipărirea unei pagini în culori ajunge să fie foarte scumpă, costul fiind evaluat de obicei în dolari pe pagină în loc de cenți pe pagină.

Deoarece imprimantele termice cu ceară nu sunt produse de larg consum pe piața de echipamente periferice și fiecare producător folosește propriile sale modele pentru mecanism și consumabile, în mod obișnuit nu aveți decât o sursă pentru colile de transfer – producătorul imprimantei. Această situație ajută la menținerea unei calități ridicate a lucrărilor (producătorii de imprimante garantează pentru culorile și concentrația cernelurilor furnizate, de care sunt foarte mândri), dar pe de altă parte menține prețuri mari, deoarece lipsește concurența directă.

Pentru lucrul în culori, unele imprimante termice cu ceară vă oferă posibilitatea de a alege între colile de transfer cu trei sau patru treceri. O coală de transfer cu trei treceri folosește doar cerneluri având culorile primare – roșu, galben și albastru – în timp ce colile de transfer cu patru treceri folosesc și negru. Cu toate că negrul poate fi obținut și prin suprapunerea celor trei culori primare, o cerneală separată de culoare neagră permite obținerea de nuanțe mai vii și mai expresive. Însă această variantă presupune un cost mai ridicat și mărește timpul de tipărire cu o treime.

Pe baza acestor trei culori primare, producătorii pretind că imprimantele termice cu ceară pot realiza oricâte nuanțe, de la 7 până la aproape 17 milioane de culori. Această „vrăjitorie“ se realizează printr-un amestec de cerneluri transparente, intercalare de nuanțe și inventivitate. Deoarece cernelurile folosite de imprimantele termice cu ceară sunt transparente, ele pot fi suprapuse (fără a fi amestecate) pentru a crea simple culori secundare.

Extinderea paletei de culori a imprimantelor termice cu ceară presupune o combinare pointilistică, plasând puncte de culori diferite unul lângă celălalt, pe baza faptului că prin vizualizare de la distanță ele se combină într-o anumită nuanță. Spre deosebire de situațiile în care fiecare punct de cerneală constituia un element al imaginii, în acest caz un grup de mai multe puncte formează un superpixel cu o culoare intermediară.

Această paletă largă de culori se obține cu prețul scăderii rezoluției. De exemplu, un superpixel de dimensiunea cinci pe cinci puncte ar trebui să reducă rezoluția unei imprimante termice cu ceară la 60 de puncte pe inci. Calitatea imaginii este la nivelul unei imagini color cu autotipie – de genul unei poze dintr-o revistă – și nu la nivelul unei fotografii reale. Deși calitatea este departe de a fi perfectă, este cu siguranță destul de bună pentru separarea culorilor în birourile de servicii specializate.

Există și un alt model de imprimantă termică cu ceară, care combină precizia oferită de această tehnologie cu o flexibilitate și un cost mai apropiate de cele ale imprimantelor matriceale obișnuite. În loc să folosească un cap de tipărire de lățimea paginii și coli de transfer cu aceeași dimensiune, unele imprimante termice cu ceară folosesc capete de tipărire de înălțimea unui rând și o coală de transfer mai redusă, care seamănă cu panglica Mylar a unei mașini de scris. Aceste echipamente tipăresc la un moment dat, cu multă precizie, un singur rând de text sau dintr-o imagine grafică, de obicei într-o singură culoare – negru. Sunt la fel de silențioase ca imprimantele cu jet de cerneală, însă produc imagini mai precise și cu contrast mai bun.

## Imprimantele cu difuzare de vopsea

Pentru că permite realizarea de imagini grafice de calitate fotografică, tehnologia care se află astăzi în centrul atenției este procesul termic de difuzie a vopselei, denumit și sublimarea termică a vopselei. Folosind un mecanism similar cu cel al imprimantelor termice cu ceară, imprimantele cu difuzare de vopsea sunt proiectate pentru a utiliza vopseluri penetrante în locul cernelurilor. În timp ce imprimantele termice cu ceară nu pot reprezenta decât două stări ale unui punct (există sau nu), difuzia permite variația profunzimii culorii pentru fiecare punct tipărit. Difuzia vopselurilor poate fi controlată cu multă grijă prin capul de tipărire. Pentru că fiecare din cele trei culori primare poate avea un număr foarte mare de intensități (majoritatea producătorilor pretind că oferă 256 de valori), paleta de culori a unei imprimante cu difuzare de vopsea este practic nelimitată.

Unele imprimante de acest tip limitează dimensiunea zonei tipărite. Imaginile tipărite de cele mai multe imprimante cu difuzare de vopsea arată ca niște fotografii și ca dimensiune, și în ceea ce privește culoarea. O altă limită este costul. Fiind vorba de o tehnologie mai nouă și mai deosebită, prețurile imprimantelor cu difuzare de vopsea se găsesc undeva în stratosferă. Pentru a achiziționa un astfel de model, trebuie să aveți în buzunar mai mult de 10.000 de dolari.

## Rozetele

Mașina de scris originală și toate celelalte dispozitive de acest tip create în anii ‘70 s-au bazat pe același principiu de formare a caracterelor ca și invenția lui Johannes Gutenberg. După decuparea greoaie a literelor individuale din lemn, ungerea lor cu cerneală neagră lipicioasă și atingerea hârtiei de modelul cleios, Gutenberg a adus modernizarea tipăririi prin inventarea conceptului de literă mobilă. Fiecare literă era tipărită în format complet dintr-o imagine integrală a ei, inversată (în oglindă). Caracterul era creat în formatul respectiv înainte de tipărire. Fiecare element al său, de la cea mai groasă linie până la cel mai mic serif, era imprimat printr-o singură lovitură a presei. Pentru modelele vechi de mașini de scris a fost adaptată metoda caracterelor individuale a lui Gutenberg la un mecanism cu impact.

În perioada de început a utilizării calculatoarelor personale, existau mai multe dispozitive care foloseau această tehnologie a mașinilor de scris și erau denumite

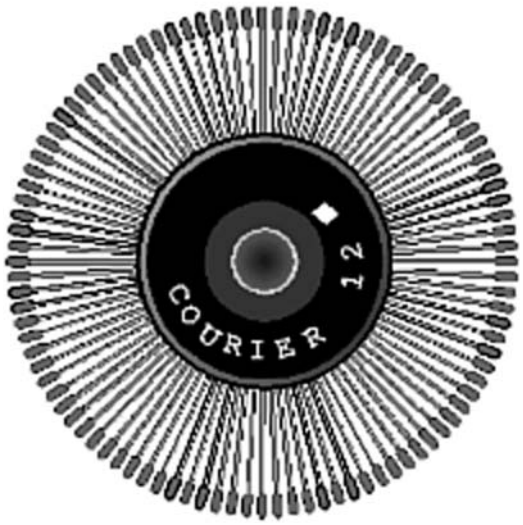



**FIGURA 24.5**
*Rozeta unei imprimante cu caractere integrale.*

imprimante cu caractere integrale (fully formed character printers). Alte nume folosite pentru această tehnologie de bază au fost imprimante de calitate înaltă (letter quality printers), imprimante cu rozetă (daisy wheel printers) și imprimantă cu ciocănele (thimble printer). Aceste nume mai mult sau mai puțin ciudate provin din modelele elementelor de tipărire, care luau formele caracterelor apăsate pe panglică și hârtie. În Figura 24.5 este prezentată o rozetă, care, dacă este privită cu suficientă imaginație, seamănă cu o cunoscută floare din familia *Compositae*, cu multe petale în jurul unui disc central.

Aproape toate imprimantele cu caractere integrale care pot fi conectate la un calculator personal folosesc principiul impactului pentru a imprima cerneala pe hârtie. Însă, în loc să aibă câte un ciocănel separat pentru fiecare literă, caracterele sunt aranjate pe un singur element independent, inserat între un singur ciocănel și panglică. Ciocănelul, acționat de o bobină controlată electronic de imprimantă și calculator, lovește elementul. Acesta apasă cerneala de pe panglică pe hârtie. Pentru a permite tipărirea întregului set de caractere alfanumerice prin această tehnică cu un singur ciocănel, elementul de tipărire deplasează lateral, în plan vertical sau rotește fiecare caracter individual care trebuie imprimat în fața ciocănelului.

Tehnologia cu caractere integrale produce tipărituri de bună calitate, similare celor mai bune mașini de scris. De fapt, principala limitare nu este tehnologia de tipărire, ci panglica folosită. Unele imprimante cu rozetă echipate cu o panglică de film tip Mylar pot da rezultate aproape la fel de bune ca cele ale unei mașini de fotoculegere (phototypesetter).

La fel ca mașina de scris din care a evoluat, tehnologia cu caractere integrale este deja învechită și aceasta din motive clare. Modelul cu caractere mobile limita imprimantele din această categorie la tipărirea de texte și imagini grafice simple. De asemenea, imprimantele cu caractere integrale nu puteau folosi decât câteva tipuri de caractere. Nu puteați să tipăriți decât tipurile de caractere – și dimensiunile de fonturi – disponibile pe rozetele sau ciocănelele de formare a imaginii. Cel mai mare dezavantaj era că aceste dispozitive erau extrem de lente; modelele mai ieftine tipăreau textele cu o viteză între 12 și 20 de caractere pe secundă și chiar dispozitivele cele mai scumpe făceau mari eforturi să atingă viteza de 90 de caractere pe secundă. Acum există alte tehnologii (în special imprimantele cu laser), care au egalat sau au depășit calitatea imprimantelor cu caractere integrale, au viteze mult mai mari și nu sunt cu mult mai scumpe.

## Manevrarea hârtiei

O caracteristică fundamentală a tuturor modelelor de imprimante este faptul că sistemul lor de creare a imaginii operează într-o singură dimensiune, câte un rând la un moment dat, fie că este rândul cu caractere al unei imprimante pe rânduri, fie o simplă linie din rastrul unei imprimante pe pagini. Pentru a crea o imagine completă în două dimensiuni, toate imprimantele cer ca suportul de tipărire – care de obicei este hârtia – să treacă prin mecanismul de tipărire. În cazul imprimantelor pe pagini, această mișcare trebuie să fie lentă și continuă. În cazul imprimantelor pe rânduri, hârtia trebuie să se deplaseze puțin, să rămână nemișcată în poziția respectivă și apoi să se deplaseze până la rândul următor. Obținerea de rezoluții mari fără distorsiuni presupune o mișcare precisă a hârtiei, cu o toleranță de variație mult mai mică decât numărul de puncte pe inci pe care imprimanta este capabilă să le creeze.

Adăugând mai multă complexitate, imprimanta trebuie să deplaseze hârtia sau un alt suport de tipărire înăuntrul și în afara mecanismului său de tipărire. Cele mai multe dintre imprimantele moderne folosesc alimentatoare de hârtie, care preiau din topul de hârtie o singură foaie, o introduc în mecanismul de tipărire și o depun într-o tăviță de ieșire. Imprimantele mai vechi și unele dintre dispozitivele de cea mai mare viteză folosesc hârtie cu format continuu, ceea ce înseamnă că mecanismul imprimantei este simplificat, dar utilizatorul este nevoit să rupă colile una câte una. Fiecare metodă de manevrare a hârtiei are propriile sale avantaje și dezavantaje.

### Alimentatoarele de hârtie

Unitatea de bază în tipărirea de la calculator este pagina, adică o singură coală de hârtie, deci este normal să cereți imprimantei să lucreze cu coli individuale. Însă în procesul de tipărire de la calculator se ia în calcul volumul – deci nu vorbim de pagini, ci de lucrări de tipărire, nu de coli, ci de topuri de hârtie.

O coală individuală pune multe probleme în operația de tipărire. Pentru a crea corespondența între ideile dumneavoastră, imaginile de pe ecran și copiile tipărite, fiecare coală de hârtie trebuie să fie bine aliniată, astfel încât imaginile tipărite să apară la locul potrivit și sub unghiul potrivit. Obținerea unei alinieri perfecte poate fi dificilă atât pentru utilizatorii umani, cât și pentru sistemele mecanice. Desigur, alinierea a mii de pagini pare o sarcină imaginată de un sadic, și totuși imprimantele cu laser, cele mai multe imprimante cu jet de cerneală și destule imprimante de alte categorii se confruntă cu această problemă de fiecare dată când inițiați o lucrare de tipărire.

Pentru a rezolva această adevărată tortură a copiilor, imprimanta are nevoie de un mecanism complex, denumit alimentator de coli separate sau, mai simplu, alimentator de hârtie. Veți descoperi multe deosebiri între diferitele tipuri de alimentatoare de hârtie ale imprimantelor. Toate sunt modele complicate, deoarece includ came, roți dințate, tije și role, iar fiecare proiectant pare să rămână devotat arhitecturii favorite. Complexitatea internă a acestor echipamente periferice este atât de mare, încât este de preferat să nu intrăm în amănunte, deoarece ne-ar lua prea mult timp. Diferențele dintre schemele de construcție ale acestor mecanisme au și efecte practice: capacitatea imprimantei, care se referă la perioada de timp în care poate rula fără supraveghere; tipurile și dimensiunile de materiale cu care poate lucra; modul de colaționare a colilor și dacă trebuie să pierdeți câteva ore pentru a așeza toate paginile în ordine; și tipărirea duplex, în care se imprimă automat ambele fețe ale fiecărei coli de hârtie.

Însă, indiferent de detalii, toate alimentatoarele de hârtie pot fi reduse la un model de bază, mecanismul de alimentare prin fricțiune.

### Alimentarea prin fricțiune

Când încărcați o singură coală de hârtie într-o imprimantă cu jet de cerneală modernă, imprimanta apelează la *alimentatorul prin fricțiune (friction feed)*, care folosește aceeași tehnologie ca vechea mașină de scris mecanică. Acest alimentator deplasează hârtia prin mecanism, introducând-o între rola mare din cauciuc, denumită *tambur (platen)* și rolele de antrenare, care au diametre mai mici. Sistemul de role conduce fiecare coală de hârtie prin imprimantă. Fricțiunea dintre cauciuc și hârtie (sau alt suport de tipărire) dă sistemului posibilitatea de a păstra controlul asupra colii, prevenind alunecarea și asigurând menținerea foii pe traseul prestabilit. Această frecare (fricțiune) a sugerat și numele tehnologiei.

Numele și conceptul de tambur a apărut pe vremea tipăririi cu impact. Scopul său principal era amortizarea impactului loviturilor date de ciocănelele mașinii de scris sau ale imprimantei. Rola din cauciuc amortizează izbiturile ciocănelelor, dar, în același timp, oferă suficientă rezistență pentru a permite sistemului să realizeze o imprimare bună. În mașinile de scris și în multe imprimante, tamburul are funcție dublă, servind și ca rolă principală de antrenare prin fricțiune. Multe imprimante cu jet de cerneală și unele imprimante matriceale sunt dotate acum cu tamburi plați, care nu fac parte din sistemul de antrenare a hârtiei prin mecanism. Pe de altă parte, tamburul OPC dintr-o imprimantă cu laser acționează la fel ca tamburul mașinii de scris, fiind un element al mecanismului de alimentare prin fricțiune.

Cu toate că toate imprimantele alimentate cu coli de hârtie (sheet-fed printers) folosesc mecanisme prin fricțiune, termenul de *alimentator prin fricțiune* este rezervat de obicei pentru dispozitivele care vă cer să încărcați manual fiecare pagină care trebuie tipărită (cum este vechea mașină de scris). Procesul de încărcare este deseori mai complex – utilizatorul trebuie să ridice brațul de siguranță care fixează hârtia pe tambur, să introducă pe rând fiecare coală, să o alinieze pentru a fi sigur că este așezată corect (astfel încât capul de tipărire să nu imprime pe diagonala colii de hârtie), să o fixeze, să apese brațul de siguranță și, în final, să semnaleze mașinii că totul este în regulă. Desigur, este ușor de spus și mai greu de făcut – și foarte incomod, în special dacă vă hotărâți să tipăriți o versiune computerizată a *Enciclopediei Britanice*.

Totuși, imprimantele prevăzute cu așa-numitele mecanisme cu alimentare prin fricțiune au și multe avantaje, dintre care amintim faptul că pot lucra cu orice tip de hârtie, de la hârtia de scris pe care o utilizați de obicei la formulare tipizate, de la coli W-2 la coli 1040, plicuri și fișe de catalog. Aceste imprimante lucrează cu coli de hârtie de orice dimensiune rezonabilă – destul de mari pentru a trece printre role fără să alunece și destul de mici ca să nu fiți nevoit să le îndoiți marginile pentru a le introduce în mecanismul de alimentare cu hârtie.

Cele mai bune imprimante alimentate prin fricțiune sunt prevăzute cu mecanisme auxiliare care încarcă automat colile individuale de hârtie. Denumite deseori *alimentatoare de coli separate (cut-sheet feeders)* sau *mecanisme cu rezervor (bin-feed)*, aceste componente suplimentare operează ca niște mâini de roboți care separă colile individuale și le aliniază la nivelul rolelor alimentatorului prin fricțiune. Fiind elemente externe, se atașează la imprimantă și execută mișcări complexe în timp ce selectează colile de hârtie. Pot fi privite ca niște capodopere ale ingineriei mecanice, ca niște improvizații complexe sau pur și simplu ca reprezentantele unei tehnologii ieșite din uz, dar interesante.

Imprimantele moderne integrează mecanismul de alimentare cu restul elementelor sistemului de antrenare a hârtiei din imprimantă. Utilizatorul pune colile într-o cutie sau

într-o tăviță detașabilă, iar imprimanta le preia de acolo. Mecanismul este redus la un număr de role legate prin curele de transmisie sau printr-un sistem de roți dințate, care introduc ușor hârtia în imprimantă. Acest model integrat reduce complexitatea, mărește fiabilitatea și reduce deseori flexibilitatea. Limitările sale de bază sunt în domeniul capacității și manevrării suporturilor de tipărire.

**Capacitatea**

Cea mai clară diferență între mecanismele de alimentare cu hârtie ale imprimantelor este vizibilă în domeniul capacității. Unele echipamente sunt construite special pentru uz personal și au tăvițe mici pentru hârtie, care pot păstra 50 sau chiar mai puține coli. În termeni practici, aceasta înseamnă că la fiecare zece sau cincisprezece minute, imprimanta vă va solicita încărcarea unui top nou de hârtie și extragerea colilor tipărite. Tăvițele de dimensiuni mai mari necesită mai puține intervenții de acest gen. De exemplu, imprimantele proiectate pentru utilizarea intensă în rețea pot stoca până la câteva mii de coli de hârtie la un moment dat.

Principalul inamic al capacității este dimensiunea. O imprimantă compactă alocă obligatoriu un spațiu mai mic pentru stocarea hârtiei – de aici rezultă o capacitate mai redusă. O tăviță suficient de mare pentru a stoca un top de hârtie de 500 de coli poate dubla întregul volum al unor imprimante cu jet de cerneală. În plus, tăvițele de dimensiuni mai mari îngreunează construcția mecanismului de alimentare. Imprimanta trebuie să fie capabilă să opereze cu teancuri de hârtie de înălțimi variabile, ceea ce pune la încercare atât mecanismul, cât și pe proiectantul acestuia.

O imprimantă are nevoie de cel puțin două tăvițe sau cutii, una pentru stocarea colilor albe care așteaptă să fie tipărite și una pentru a păstra rezultatele operațiilor de tipărire. Aceste tăvițe nu trebuie să aibă aceeași dimensiune și, în multe cazuri, nici nu au. Cele mai multe lucrări de tipărire au de la câteva coli până la câteva zeci de coli și orice utilizator este nerăbdător să obțină rezultatele imediat după terminarea operației de tipărire. O cutie de ieșire destul de mare pentru a încăpea în ea rezultatul unei lucrări obișnuite de tipărire este suficientă pentru o imprimantă personală. Tăvița de alimentare stochează de obicei o cantitate mai mare de coli, astfel încât utilizatorul să nu fie nevoit să o încărce prea des; în mod sigur, nici dumneavoastră nu doriți să încărcați tăvița după fiecare operație de tipărire.

**Manevrarea suportului de tipărire**

Cele mai multe imprimante sunt proiectate astfel încât să lucreze cu mai multe suporturi de tipărire, de la anumite tipuri de hârtie și carton până la folii transparente. Nu toate imprimantele acceptă toate tipurile de suporturi. În parte, această limitare se datorează chiar motorului de tipărire. Desigur, și mecanismul de alimentare cu hârtie introduce multe restricții.

Pentru orice mecanism cu coli separate, dimensiunea este un element important. Toate imprimantele impun cerințe minime de dimensiune pentru suportul cu care sunt alimentate. Lungimea fiecărei coli trebuie să fie suficient de mare pentru ca un set de role de antrenare să poată împinge coala până la următorul set de role. Foile prea scurte alunecă între role și pot fi scoase de acolo doar prin intervenția utilizatorului. În mod similar, fiecare coală trebuie să fie suficient de lată pentru ca rolele de antrenare să realizeze o frecare corespunzătoare. Lățimea maximă este determinată de lățimea traseului hârtiei prin imprimantă. Lungimea maximă este impusă de dimensiunea tăvițelor pentru hârtie și de posibilitățile de tipărire ale motorului imprimantei.

În orice caz, când alegeți o imprimantă trebuie să fiți sigur că aceasta acceptă dimensiunile suportului pe care doriți să îl folosiți. Cea mai mare parte dintre

imprimantele moderne sunt proiectate în principal pentru coli standard de dimensiunea Letter; unele, însă nu toate, pot lucra și cu foi de dimensiunea Legal. Dacă doriți să folosiți coli de alte dimensiuni, citiți cu multă atenție specificațiile imprimantei alese. În Tabelul 24.2 sunt prezentate dimensiunile obișnuite pentru colile de hârtie.

**Tabelul 24.2** Dimensiuni obișnuite pentru colile de hârtie

| *Denumire* | *Înălțime (milimetri)* | *Lățime (milimetri)* | *Înălțime (inci)* | *Lățime (inci)* |
|---|---|---|---|---|
| A9 | 37 | 52 | 1,5 | 2,1 |
| B9 | 45 | 64 | 1,8 | 2,5 |
| A8 | 52 | 74 | 2,1 | 2,9 |
| B8 | 64 | 91 | 2,5 | 3,6 |
| A7 | 74 | 105 | 2,9 | 4,1 |
| B7 | 91 | 128 | 3,6 | 5,0 |
| A6 | 105 | 148 | 4,1 | 5,8 |
| B6 | 128 | 182 | 5,0 | 7,2 |
| A5 | 148 | 210 | 5,8 | 8,3 |
| Octavo | 152 | 229 | 6 | 9 |
| B5 | 182 | 256 | 7,2 | 10,1 |
| Executive | 184 | 267 | 7,25 | 10,5 |
| A4 | 210 | 297 | 8,3 | 11,7 |
| Letter | 216 | 279 | 8,5 | 11 |
| Legal | 216 | 356 | 8,5 | 14 |
| Quarto | 241 | 309 | 9,5 | 12 |
| B4 | 257 | 364 | 10,1 | 14,3 |
| Tabloid | 279 | 432 | 11 | 17 |
| A3 | 297 | 420 | 11,7 | 16,5 |
| Folio | 309 | 508 | 12 | 20 |
| Foolscap | 343 | 432 | 13,5 | 17 |
| B3 | 364 | 515 | 14,3 | 20,3 |
| A2 | 420 | 594 | 16,5 | 23,4 |
| B2 | 515 | 728 | 20,3 | 28,7 |
| A1 | 594 | 841 | 23,4 | 33,1 |
| B1 | 728 | 1030 | 28,7 | 40,6 |
| A0 | 841 | 1189 | 33,1 | 46,8 |
| B0 | 1030 | 1456 | 40,6 | 57,3 |

Cele mai multe dintre imprimantele alimentate cu coli nu pot tipări chiar până la marginea oricărui format de hârtie. Suprafața reală de tipărire este mai mică decât

dimensiunea paginii deoarece mecanismele de antrenare trebuie să rezerve un spațiu pentru a apuca suportul de tipărire, iar pentru reducerea costurilor, motorul poate avea dimensiuni mai mici decât coala. Dacă doriți să tipăriți până la marginea unei coli de hârtie, aveți nevoie de o imprimantă capabilă să opereze cu suporturi de dimensiuni mai mari; după tipărire, trebuie să tăiați fiecare pagină la dimensiunea dorită. Tipărirea pe (și dincolo de) marginea stabilită pentru o pagină este denumită *tipărire cu depășire (full bleed printing)*. Există numai câteva imprimante alimentate cu coli capabile să efectueze operații de acest tip.

Suporturile de tipărire diferă și în greutate, care depinde, în mare, de grosimea colii. În general, imprimantele cu laser sunt cele mai pretențioase în ceea ce privește greutatea suportului. Posibilitățile unei imprimante sunt prezentate ca un domeniu al greutăților hârtiei cu care se poate opera; în cazul imprimantelor laser, acest interval este de la 8 la 12 kg (cei mai mulți producători de articole de papetărie pentru afaceri folosesc topuri de 10 kg). Dacă doriți să tipăriți niște coperte mai groase pentru rapoarte, imprimanta dumneavoastră trebuie să fie capabilă să lucreze cu hârtie de 35 kg. În mod similar, în documentația imprimantei se specifică dacă mecanismul poate opera cu suporturi transparente și cu coli pentru etichete.

Imprimantele cu laser mai impun și o altă restricție pentru hârtia folosită, și anume gradul de umiditate. Umiditatea hârtiei afectează conductivitatea acesteia. Procesul de tipărire cu laser se bazează pe sarcini statice controlate cu multă atenție, cum este și sarcina aplicată pe hârtie în scopul lipirii tonerului. Dacă hârtia este prea umedă, conductivitatea sa crește, hârtia nu se încarcă cu o sarcină electrostatică suficient de mare și tonerul poate cădea înainte ca imaginea să fie fixată pe coală. De fapt, calitatea lucrărilor tipărite poate fi afectată și de o umiditate prea mare în camera unde este instalată imprimanta cu laser – dacă umiditatea hârtiei sau a camerei este prea mare, tipăriturile au un aspect dezolant sau conțin caractere fragmentate.

Cele mai multe imprimante moderne acceptă ca suporturi de tipărire și plicuri, dar și aici apar restricții specifice de dimensiuni. Ca și în cazul colilor de hârtie, plicurile au dimensiuni standard, cele mai întâlnite fiind prezentate în Tabelul 24.3.

**Tabelul 24.3** Dimensiunile obișnuite pentru plicuri

| *Denumire* | *Înălțime (milimetri)* | *Lățime (milimetri)* | *Înălțime (inci)* | *Lățime (inci)* |
|---|---|---|---|---|
| 6¾ | 91,4 | 165 | 3,6 | 6,5 |
| Monarch | 98,4 | 190,5 | 3,875 | 7,5 |
| Com-10 | 195 | 241 | 4,125 | 9,5 |
| DL | 110 | 220 | 4,33 | 8,66 |
| C5 | 165 | 229 | 6,5 | 9,01 |

Dacă utilizați o imprimantă modernă de calculator, aceasta ar trebui să încarce plicurile chiar din tăvița de alimentare cu hârtie normală. Atenție la imprimantele care necesită o manevrare specială a plicurilor – s-ar putea să vă deranjeze destul de mult.

**Colaționarea**

Procesul de aranjare în ordinea corectă a colilor rezultate dintr-o lucrare de tipărire pe mai multe pagini se numește *colaționare (collation)*. O imprimantă poate executa automat acest proces sau îl poate lăsa în seama dumneavoastră.

Când o imprimantă alimentată cu coli scoate lucrările tipărite, le poate arunca în tăvița de ieșire în două moduri – cu fața în sus sau cu fața în jos. Deși s-ar putea să vă placă ideea de a vedea imediat pe hârtie ce ciudățenii ați obținut, varianta de aranjare a colilor tipărite cu fața în jos este cea mai bună alegere. Dacă foile de hârtie sunt așezate una peste cealaltă, aranjarea lor cu fața în jos presupune că nu mai trebuie să sortați teancul pentru a le așeza în ordinea corespunzătoare.

Cele mai multe imprimante permit acum colaționarea automată prin aranjarea colilor de hârtie tipărite cu fața în jos. Unele imprimante au trasee selectabile care vă oferă posibilitatea de a alege modul de evacuare a colilor: cu fața în jos sau cu fața în sus.

#### Modul de operare duplex

O imprimantă *duplex* este o imprimantă care tipărește automat pe ambele fețe ale fiecărei coli de hârtie (atunci când doriți). Principalul avantaj al tipăririi pe ambele fețe este, desigur, faptul că folosiți jumătate din cantitatea de hârtie necesară în mod normal, însă de obicei aveți nevoie de un suport puțin mai gros, deci și mai scump, pentru a nu se vedea scrisul de pe o parte pe cealaltă.

Puteți simula cu ușurință modul de operare duplex prin tipărirea pe o față, întoarcerea fiecărei coli tipărite cu fața în jos și tipărirea pe fața rămasă liberă. Însă când aveți o lucrare de tipărit pe mai multe pagini, poate fi dificil să păstrați corespondența între pagini. O singură blocare a hârtiei în mecanism este suficientă pentru a distruge întreaga lucrare.

În cazul imprimantelor cu laser, nu ar trebui să încercați *niciodată* să tipăriți pe ambele fețe ale unei coli, cu excepția cazurilor în care folosiți o imprimantă duplex. Când se efectuează tipărirea pe a doua față, căldura din al doilea proces de topire poate înmuia tonerul imprimat la prima trecere prin mecanism. Acest toner se poate depune pe tambur și se poate lipi de paginile următoare. Dacă încărcătura este suficient de mare, imprimanta se poate bloca. Imprimantele duplex elimină această problemă prin imprimarea simultană a textului pe ambele fețe ale colii.

### Alimentarea cu hârtie cu format continuu

De aproximativ 2000 de ani, sulurile de hârtie s-au demodat în aproape toate domeniile, cu excepția tipăririi de la calculator. Până la apariția imprimantelor cu laser și cu jet de cerneală, cele mai multe operații de tipărire de la calculator se bazau pe același concept ca sulurile păstrate cu atâta grijă lângă Marea Moartă – o singură coală lungă de hârtie continuă, care parcă nu avea sfârșit. Lungimea era prevăzută special. Lucrul cu mecanismele de manevrare a hârtiei în imprimante era atât de complex și consumator de timp (similar cu încărcarea unui film cu lățimea de 300 mm într-un proiector de modă veche), încât singurul lucru rămas era reducerea la minimum a cererii de încărcare. Cu cât era mai lungă hârtia, cu atât putea funcționa mai mult imprimanta fără a fi supravegheată, fără implicarea dumneavoastră și fără tăieri de hârtie și înjurături.

Chiar dacă aproape toate sistemele de tipărire pe hârtie cu format continuu se bazează pe mecanisme prin fricțiune, metoda de alimentare cu hârtie ia forme diferite. Fiecare model are nevoie de un mecanism special de manevrare a hârtiei și, deseori, de un tip particular de hârtie. Dintre variante amintim alimentarea cu hârtie în sul, alimentarea prin tractare cu pini și alimentarea prin tractare.

#### Alimentarea cu hârtie în sul

O metodă de reducere a numărului de operații identice în care trebuie să introduceți o coală de hârtie în mecanismul cu alimentare prin fricțiune este să faceți hârtia mai lungă. De fapt, ați putea utiliza o singură coală lungă și continuă, clasicul pergament biblic.

Unele imprimante ieftine procedează exact așa, înfășurând coala lungă în jurul unui tambur (la fel ca hârtia igienică). Imprimanta derulează doar atâta hârtie cât este nevoie. Prin fixarea unui suport de sul în partea din spate a imprimantei, hârtia poate fi păstrată cu o aliniere rezonabilă, iar asimetria poate fi eliminată. Alimentarea cu hârtie în sul este întâlnită mai ales la imprimantele simple cu lățime redusă, cum ar fi cele utilizate la benzile caselor de marcat.

Dezavantajul acestui sistem este, desigur, faptul că în final obțineți o singură coală lungă. Trebuie să o rupeți în bucăți mai mici sau să o tăiați cu atenție în formatul dorit. Imprimantele cu alimentare cu hârtie în sul mai scumpe, cum sunt unele imprimante termice cu transfer de ceară și chiar unele aparate de fax, încorporează bare de tăiere, care taie coli individuale din rola de hârtie. Aceste modele sunt ceva mai fiabile și mai economice. Puteți să scoateți tipărituri de orice lungime, iar când nu sunt așa lungi, puteți economisi hârtie.

**Alimentarea prin tractare cu pini și alimentarea prin tractare**

Deși hârtia de pe suluri poate fi perforată la intervale de 11 inci, astfel încât să o puteți rupe ușor și precis, apare o altă problemă. Cele mai multe mecanisme de alimentare prin fricțiune cu hârtie cu format continuu nu sunt perfecte. Hârtia poate să alunece astfel încât, puțin câte puțin, pagina întrerupe imaginea și se termină la intervale care nu mai corespund cu perforațiile. Ca urmare, hârtia și imaginea își pierd sincronizarea.

Prin blocarea perforațiilor de pe marginile laterale ale hârtiei în dinții mecanismului de antrenare, care împiedică alunecarea, întreruperile de imagine și de hârtie pot fi sincronizate. Există două sisteme diferite de alimentare cu hârtie care folosesc hârtie perforată pentru evitarea alunecării. *Alimentatorul prin tractare cu pini (pin feed)* utilizează dinți de direcționare fixați permanent pe marginile rolei tamburului. Ca urmare, mecanismul alimentatorului prin tractare cu pini poate să lucreze cu o singură lățime de hârtie, lățimea corespunzând distanței dintre dinții fixați pe marginea tamburului. *Alimentatorul prin tractare (tractor feed)* folosește dinți reglabili, care pot fi apropiați sau depărtați pentru a lucra cu aproape orice tip de hârtie care încape în imprimantă.

Mecanismele de alimentare prin tractare operează fie unidirecțional, fie bidirecțional. Așa cum sugerează și numele, un *alimentator unidirecțional* trage (sau împinge) hârtia într-o singură direcție (înainte). *Alimentatorul bidirecțional* permite deplasarea hârtiei atât înainte, cât și înapoi, ceea ce este util mai ales pentru imaginile grafice, funcțiile speciale de text (de exemplu, tipărirea exponenților) și alinierea marginii de sus a colii de hârtie la nivelul marginii de sus a capului de tipărire.

**Dispozitivele de alimentare prin împingere și prin tragere**

Mecanismul original de tractare pentru imprimante era un dispozitiv cu două operații. Un set de dinți alimentau imprimanta cu hârtie, iar un alt set scotea lucrările tipărite. Însă pentru ce trebuia să facă alimentatorul prin tractare, unul dintre seturile de dinți era inutil. Nu era nevoie decât de un singur set pentru a păstra imaginea tipărită sincronizată cu hârtia.

Existau două posibilități de plasare a setului unic de dinți de tractare, fie înainte, fie după ce hârtia era înfășurată în jurul tamburului în fața capului de tipărire. Unele imprimante vă permit să folosiți un singur set de dinți în oricare dintre locații. În alte modele, mecanismele de tractare sunt fixate într-un loc sau în celălalt.

*Alimentatoarele prin împingere (push tractors)* sunt situate pe traseul hârtiei, înainte ca aceasta să intre în imprimantă. Ca urmare, ele împing hârtia în mașină. Rola tamburului

ajută la deplasarea hârtiei prin imprimantă, în timp ce alimentatorul prin împingere asigură forța principală și urmărește ca hârtia să parcurgă corect traseul prin mecanism. Această formă de alimentare are două avantaje. Puteți să scoateți ultima coală a unei lucrări de tipărire fără să fie nevoie să alimentați imprimanta cu o coală suplimentară sau să o reîncărcați. De asemenea, dispozitivul acționează bidirecțional printr-o operație simplă de tragere a hârtiei înapoi similară cu împingerea ei înainte.

*Alimentatoarele prin tragere (pull tractors)* se găsesc pe traseul hârtiei, după ieșirea acesteia din mecanismul de tipărire. Acest tip de dispozitiv trage hârtia pe tambur. Hârtia este ținută strâns de tambur prin fricțiune și rezistența la tragerea prin mecanism. Alimentatorul prin tragere este mai simplu și oferă mai puține posibilități de blocare decât modelele prin împingere.

Deși cele mai multe alimentatoare prin tragere operează numai unidirecțional, ele funcționează bine la viteze mari în imprimantele cu tamburi plați, metalici (și nu cilindrici din cauciuc). Datorită funcționării la viteze mari, de obicei de câteva pagini pe minut, dispozitivele tind în mod natural să fie utilizate pentru sarcini mari de tipărire, în care pierderea unei singure coli nu este o problemă majoră.

## Materialele consumabile

Consumabilele sunt acele materiale pe care imprimanta dumneavoastră le încarcă, le uzează sau le arde în timpul funcționării. Hârtia este principalul material consumabil și prezența acesteia este evidentă la orice imprimantă. Celelalte consumabile sunt mai puțin evidente, astfel că uneori nici nu vă dați seama unde se duc banii dumneavoastră.

Probabil vă gândiți că știți prețul materialelor consumabile. La câteva luni după ce vechea panglică tușată a imprimantei matriceale începe să imprime prea slab pentru a putea citi lucrarea tipărită, vă decideți să comandați o panglică tușată nouă, de 5 dolari, pe care o puteți folosi până la sfârșitul deceniului. Însă dacă achiziționați una dintre cele mai bune imprimante disponibile în prezent – cu laser, termică cu ceară sau cu difuzare de vopsea – s-ar putea să aveți o mare surpriză. La înlocuire, tonerul sau colile de transfer s-ar putea să coste cât vechea dumneavoastră imprimantă matriceală.

Noua tendință în construcția și comercializarea imprimantelor se bazează pe „principiul lamei de ras“. Distribuitorii de aparate de ras clasice (care nu sunt electrice) și-au dat seama că pot obține profituri mai mari din vânzarea lamelor de ras dacă oferă aparatele de ras la un preț mic, chiar foarte mic. Aceasta se explică prin faptul că, după achiziționarea unui aparat de ras, cumpărătorul este nevoit să achiziționeze periodic și lamele necesare funcționării aparatului.

În mod similar, prețurile multor imprimante cu laser și cu jet de cerneală au scăzut, în timp ce consumabilele rămân revoltător de scumpe, deseori la un procent foarte mare (cum ar fi unu pe trei) din prețul imprimantei. Această situație neplăcută este rezultatul aplicării studiului de piață. Dumneavoastră nu puteți face nimic de unul singur, însă trebuie să cunoașteți aceste lucruri pentru a face cele mai bune achiziții.

Dacă vreți să faceți o afacere bună la cumpărarea unei imprimante noi, trebuie să luați în considerare *prețul total de utilizare*. Acest preț nu include doar prețul de achiziție, ci și costul materialelor consumabile și al serviciilor aferente din întreaga perioadă de funcționare a imprimantei. Țineți seama de această sugestie și veți descoperi că o imprimantă mai scumpă este deseori mai ieftină când luați în calcul un interval mai lung de utilizare.

Totuși, dacă bugetul de care dispuneți nu este foarte mare, cel mai important este prețul inițial al imprimantei, deoarece dictează ceea ce vă puteți permite. Oricum, chiar și în această situație, ar trebui să luați în calcul și prețul materialelor consumabile. Două imprimante cu prețuri similare pot fi foarte diferite în privința costurilor consumabilelor.

## Cartușele

Imprimantele cu laser uzează câte puțin mecanismul de tipărire cu fiecare pagină tipărită. Tamburul fotoconductor din material organic pe care se formează imaginile se degradează treptat (se presupune că noul material folosit pentru construcția tamburului, siliconul, rezistă toată perioada de funcționare a imprimantei, însă doar câteva modele de imprimantă folosesc în prezent tamburi din silicon). De asemenea, mai poate fi necesară înlocuirea periodică a rolei de transfer (cea care încarcă electrostatic hârtia prin efectul corona) și a altor componente. Și, desigur, aveți nevoie de toner.

Producătorii de imprimante cu laser au ales diferite moduri de abordare pentru înlocuirea acestor materiale consumabile. De exemplu, imprimantele LaserJet ale firmei Hewlett-Packard sunt proiectate cu cartușe dintr-o singură bucată, care conțin atât tamburul, cât și tonerul. După terminarea tonerului, întregul ansamblu este înlocuit ca o unitate independentă. Alte modele de imprimante cu laser sunt construite astfel încât tonerul, tamburul și uneori chiar dispozitivul de încălzire pot fi înlocuite individual.

Producătorii celui de-al doilea model de imprimantă susțin că tamburul rezistă la mai multe copii decât o singură rezervă de toner și că înlocuirea lui prematură înseamnă risipă. Pe de altă parte, producătorii de cartușe compacte au modificat tamburii astfel încât să reziste doar cât rezistă tonerul.

În mod surprinzător, din punctul de vedere al prețului, modelele tehnologice oferite nu par să fie foarte diferite (din punct de vedere ecologic, înlocuirea individuală pare o soluție mai bună).

O situație similară se constată și la imprimantele cu jet de cerneală. Unii producători încorporează duzele capului de tipărire în cartușul de cerneală. Alții le fabrică sub formă de elemente separate, care pot fi înlocuite individual. Deși a doua variantă ar trebui să fie mai avantajoasă ca preț și mai puțin comodă, din punct de vedere practic diferențele nu sunt semnificative.

O problemă mult mai importantă care trebuie luată în considerare în cazul imprimantelor cu jet de cerneală este alegerea unui singur cartuș sau a unor cartușe separate pentru cernelurile de culori diferite. Multe imprimante, în special cele mai ieftine, folosesc un singur cartuș pentru toate cele trei culori primare. Dacă folosiți în mod egal toate cele trei culori, aceasta este o soluție convenabilă. Însă, în mod obișnuit, o culoare se va termina înaintea celorlalte și veți fi nevoit să aruncați un cartuș care mai are încă rezervă pentru două culori dintr-o cerneală relativ scumpă. Dacă sunteți o persoană cumpătată sau, pur și simplu, vă sperie prețul cernelurilor pentru imprimante, veți alege un model care folosește cartușe separate pentru fiecare culoare de cerneală.

## Reumplerea

O metodă de a face față prețului ridicat al materialelor consumabile pentru imprimanta cu laser este folosirea cartușelor reumplute cu toner sau cu cerneală. Cei mai mulți producători nu recomandă această metodă – deoarece nu mai au nici un control asupra calității tonerului, ei nu pot garanta că o compoziție realizată de altcineva este bună pentru produsele lor. În afară de aceasta, ei pierd profiturile obținute din vânzarea tonerului sau cernelurilor proprii.

Însă calitatea poate fi cu adevărat o problemă. De exemplu, tehnologia de îmbunătățire a rezoluției (Resolution Enhancement Technology) folosită la seria de imprimante LaserJet III a firmei HP necesită utilizarea unui toner cu dimensiunea particulelor mult mai mică decât în tonerul folosit de alte imprimante. Dumneavoastră nu puteți aprecia diferențele dintre două tipuri de toner doar privindu-le – însă le veți sesiza când veți vedea că imprimanta tipărește pagini în care unele porțiuni sunt imprimate cu culoarea gri. Dacă folosiți cartușe reumplute, trebuie să vă asigurați că tonerul are calitatea corespunzătoare.

### Hârtia

Când comparați costurile de utilizare ale unor tehnologii diferite de tipărire, nu uitați să luați în calcul prețurile pentru echipamentele care necesită folosirea unor tipuri speciale de hârtie. În majoritatea cazurilor, suporturile acceptate pentru o astfel de imprimantă sunt disponibile numai de la producătorul imprimantei respective. Dumneavoastră trebuie să plătiți prețul cerut de producător, care, din cauza distribuției controlate și a formulei speciale, este în mod sigur mult mai mare decât în cazul achiziționării hârtiei de la un magazin obișnuit de papetărie.

În cazul imprimantelor cu jet de cerneală, hârtia este o alt sursă de profit pentru producătorii de imprimante. Pentru a obține cea mai bună calitate de la o imprimantă cu jet de cerneală, trebuie să folosiți o hârtie specială. Cerneala folosită de o astfel de imprimantă tinde să se împrăștie (ceea ce reduce atât precizia, cât și contrastul culorilor), deoarece se usucă, cel puțin parțial, prin absorbirea ei în hârtie. Cele mai multe imprimante cu jet de cerneală operează cu aproape orice tip de hârtie, însă produc cele mai bune rezultate – cele mai clare și cu culorile cele mai vii – când folosesc hârtii special tratate, care au absorbție controlată a cernelii. Pe suporturi neabsorbante (de exemplu, pe coli de celit), cerneala trebuie să se usuce numai prin evaporare, iar coala tipărită este în pericol de a fi mânjită până la terminarea procesului de evaporare. Desigur, hârtia tratată este mult mai scumpă, în special dacă trebuie să cumpărați numai hârtie furnizată de producătorul imprimantei. Dacă doriți să obțineți o calitate superioară, de 720 dpi, este un preț pe care trebuie să îl plătiți.

## Interfața

Conexiunea hardware dintre PC-ul dumneavoastră și imprimantă este probabil cel mai simplu de administrat dintre toate echipamentele periferice. Cele mai multe imprimante folosesc – încă – portul paralel clasic, după cum a fost prezentat în Capitolul 21, „Porturile moștenite“. Există doar câteva imprimante (în curând vor fi mai multe) care folosesc pentru legătură o conexiune USB, așa cum a fost prezentat în Capitolul 20, „Porturile periferice“. În ambele cazuri, trebuie să mai efectuați câteva operații în afară de conectarea fizică a imprimantei la PC. Toate detaliile conexiunii sunt preluate automat de software (sau transferate către această componentă).

Cu ajutorul software-ului, interfața devine interesantă. Interfața nu trebuie doar să trimită semnale către imprimantă (de aceasta se ocupă hardware-ul), ci trebuie să se asigure că sunt trimise semnale corecte, care pot fi înțelese de către echipamentul periferic. Programele software moderne tratează individual fiecare punct de pe o pagină și comunică imprimantei ce să facă cu punctul respectiv. Prin sistemul de operare și driverul de imprimantă, PC-ul dumneavoastră descrie ce trebuie să tipărească imprimanta pe hârtie folosind un limbaj de comandă sau trimițând o imagine formată prin biți a întregii pagini care trebuie tipărită.

La un moment dat, limbajul de control folosit de o imprimantă determina aplicațiile care puteau beneficia de toate caracteristicile și calitatea oferite de imprimanta respectivă. Trebuia ca software-ul să recunoască *setul de comenzi* înțeles de imprimantă.

Sistemele de operare moderne au eliminat această necesitate; acum, în centrul atenției se află *driverul de imprimantă*. Driverul realizează legătura între comenzile native ale imprimantei, sistemul de operare și *toate* aplicațiile care rulează în acest sistem. După instalarea driverului, nu mai contează care este setul de comenzi al imprimantei.

Acestea fiind spuse, imprimantele se împart de obicei în trei clase: Windows GDI, PCL și PostScript.

Imprimantele Windows GDI au drivere care realizează direct relația cu interfața dispozitivului grafic (Windows Graphic Device Interface). Ele utilizează comenzi specifice pentru alegerea fiecărei caracteristici a imprimantei. În cele mai multe cazuri, imaginile grafice și chiar pagini întregi pot fi trimise la imprimantă prin GDI ca imagini formate prin biți. Pentru cele mai multe imprimante, GDI este cea mai rapidă cale de comunicație cu o imprimantă; cu ajutorul procesorului său puternic, PC-ul realizează toată munca de rasterizare a imaginii.

PCL este abrevierea expresiei *Printer Control Language* (Limbajul de control al imprimantei), un sistem de comenzi dezvoltat inițial de firma Hewlett-Packard pentru imprimantele proprii cu jet de cerneală și adaptat ulterior la mașinile cu laser. Comenzile PCL comunică unei anumite imprimante ce să facă pentru a tipări o imagine pe o coală de hârtie. Astfel, PCL este dedicat modului în care este desenată o imagine pe pagină.

Deși PCL este în prezent un limbaj uzual, folosit de o gamă largă de imprimante, rămâne un limbaj *dependent de dispozitiv.* Aceasta înseamnă că driverul unei anumite imprimante poate trimite coduri diferite unui alt dispozitiv periferic, chiar dacă este vorba de o altă imprimantă.

În timp, au existat 6 versiuni diferite ale limbajului PCL (dintre care 4 au fost aplicate imprimantelor cu laser), fiecare dintre ele fiind construită pe baza caracteristicilor versiunilor anterioare. PCL transmite informațiile care trebuie tipărite sub forma unei combinații de caractere și comenzi grafice, bazându-se pe procesorul de imagini de tip rastru existent în imprimantă.

*PostScript* este *un limbaj de descriere a paginii* dezvoltat de firma Adobe Systems și care se găsește acum la a treia versiune (PostScript 3). Acest limbaj descrie fiecare punct care apare pe o pagină tipărită. S-a intenționat să fie un limbaj independent de dispozitiv. Aceasta înseamnă că un cod PostScript care descrie o pagină tipărită va fi același pentru toate dispozitivele care înțeleg PostScript și nu trebuie să fie obligatoriu imprimante. PostScript se concentrează asupra imaginii finale, asupra aspectului imaginii de pe hârtie și nu este interesat de modul în care este desenată imaginea.

Această independență de limbaj este o binecuvântare în cazul în care doriți să vizualizați un material pe o mașină de calitate scăzută înainte de a-l trimite la o editură specializată; atât imprimanta, cât și echipamentele de tipărire din editură lucrează pe baza aceluiași cod. În același timp, PostScript are și un dezavantaj. Pentru a converti comenzile limbajului într-o imagine de tip rastru a unei pagini, are nevoie de foarte multe resurse de prelucrare. În general, folosirea limbajului PostScript determină reducerea productivității imprimantei.

## Partajarea imprimantelor

Două imprimante nu sunt în mod obligatoriu mai bune decât una singură – nu sunt decât mai scumpe. În multe situații practice, puteți economisi costul celei de-a doua imprimante partajând prima imprimantă între două sau mai multe PC-uri și utilizatorii acestora. Această strategie este aplicabilă pentru că nimeni nu tipărește tot timpul la imprimantă; dacă s-ar întâmpla așa, nu ar mai avea timp să creeze materialele de tipărit. Deoarece munca obișnuită de birou nu ocupă imprimanta tot timpul, puteți să o puneți la muncă pentru altcineva.

În cazul în care imprimantele sunt scumpe – cum sunt mașinile de cea mai bună calitate de genul imprimantelor cu laser și termice cu ceară – partajarea acestora este mult mai economică decât achiziționarea unei imprimante pentru fiecare utilizator și mai inteligentă decât a face pe cineva să sufere pentru că are o imprimantă ieftină în timp ce mașina mai bună calitativ stă nefolosită în cea mai mare parte a zilei.

Există mai multe strategii de partajare a imprimantelor, între care se numără cele care se bazează numai pe software și cele care se bazează pe hardware.

### Dispozitivele hardware

Cel mai ieftin dispozitiv – în termeni financiari – este un comutator simplu A/B. Așa cum sugerează și numele, acest dispozitiv este format dintr-o cutie de un anumit tip, care protejează un comutator cu mai mulți poli. Acesta vă permite să redirijați toate cele 25 de conexiuni ale unui cablu de imprimantă de la un PC la altul. De exemplu, în poziția A, la imprimantă este conectat calculatorul dumneavoastră; în poziția B, ar putea fi conectat PC-ul unui coleg. Este același lucru cu mutarea cablului de imprimantă, dar cu avantajele unui comutator.

Dispozitivele active mai scumpe de partajare a imprimantelor realizează automat comutarea. De asemenea, acestea adaugă avantajele arbitrării între sarcinile de tipărire. Sistemele de arbitrare determină ce PC are prioritate atunci când două sau mai multe calculatoare încearcă să tipărească simultan. Cele mai bune sisteme de partajare vă permit să atribuiți o prioritate fiecărui PC pe baza necesităților și a ordinii stabilite de organizația în care lucrați. Cele mai flexibile dispozitive de partajare sunt însoțite de programe software de control care vă permit să gestionați întregul sistem de tipărire.

Nu toate casetele de partajare seamănă între ele. Ele diferă prin cantitatea de memorie disponibilă și prin sistemele de arbitrare. Memoria este folosită pentru plasarea în bufferele de așteptare a lucrărilor de tipărire, astfel încât atunci când un PC tipărește ceva, celelalte să poată continua trimiterea instrucțiunilor de tipărire ca și când ar lucra direct cu imprimanta. Astfel, programele care așteaptă accesul la imprimantă nu pierd timpul. În general, este mai bine să fie mai multă memorie disponibilă, chiar dacă nu aveți nevoie de o cantitate prea mare dacă standardizați în biroul în care lucrați sistemul Windows sau Unix sau un alt mediu software cu un derulator de tipărire software încorporat. Pentru tipăririle de imagini grafice din prezent, aveți nevoie de cel puțin 1 MB de memorie în orice dispozitiv hardware de partajare a imprimantelor.

Dispozitivele de partajare diferă și prin numărul și tipul de porturi disponibile. Aveți nevoie de câte un port pentru fiecare PC pe care doriți să îl conectați. Pentru conexiunile mai simple folosiți porturi paralele, însă dacă PC-urile se găsesc la distanțe mai mari (în general mai mult de 3-9 metri) față de dispozitivul de partajare, aveți nevoie de porturi seriale.

Există și dispozitive de partajare a imprimantelor care se conectează direct la sloturile I/O ale imprimantelor. Deși aceste dispozitive limitează numărul de porturi disponibile din cauza restricțiilor impuse de dimensiune, ele minimizează costurile, deoarece nu au nevoie de carcase și surse de alimentare. Există câteva modele de imprimante proiectate special pentru a fi partajate, care includ mai multe conexiuni sau posibilități de conectare în rețea.

## Partajarea software

În prezent, partajarea imprimantelor pe baza programelor a înlocuit varianta hardware în clasamentul opțiunilor preferate. Un motiv este că adesea nu costă nimic, de exemplu în cazurile în care ați instalat o mică rețea într-un alt scop, cum ar fi partajarea fișierelor sau poșta electronică. De asemenea, simplifică sistemul de cablare necesar imprimantei partajate și permite plasarea PC-urilor la distanțe mai mari față de imprimantă. În același timp, dispuneți de un control mai bun asupra tipăririi și de mai multe opțiuni de lucru. Puteți chiar să conectați mai multe imprimante cu mai puține operații. De exemplu, fiecare PC conectat într-o rețea simplă poate să partajeze imprimanta conectată la orice alt PC (bineînțeles, dacă doriți acest lucru).

# Capitolul 25
# Alimentarea

*Calculatoarele personale au nevoie de o alimentare neîntreruptă cu curent continuu, la tensiune joasă, controlată riguros și de diferite valori. Dacă pentru calculatoarele portabile bateriile constituie o sursă directă de alimentare, pentru calculatoarele de tip desktop sunt necesare surse de alimentare care să furnizeze tensiunile electrice corespunzătoare. Bateriile calculatoarelor portabile pot fi încărcate și înlocuite cu surse de alimentare similare. Ori de câte ori conectați un PC la o priză de curent, există șansa apariției unor defecțiuni din cauza problemelor de alimentare. Dacă doriți să fiți sigur că PC-ul dumneavoastră primește tensiuni electrice corecte, folosiți limitatoare de supratensiune și sisteme de alimentare de siguranță.*

Abrevieri care trebuie cunoscute

| *Termen* | *Semnificație* | *Ce trebuie să știți* |
|---|---|---|
| W | Watt | Unitate de măsură a puterii electrice, care reprezintă capacitatea sursei de alimentare. Dacă nu intenționați să vă extindeți PC-ul, nu prezintă importanță. Dacă doriți să realizați o modernizare (de exemplu la nivelul unui server), aveți nevoie de o sursă de alimentare care poate furniza între 200 și 250 de wați. |
| VA | Volt-Amper | Este tot o unitate de măsură a puterii, însă este utilizată pentru a face dispozitivele de alimentare să pară mai performante decât sunt în realitate. Puterea măsurată în VA este întotdeauna mai mică decât puterea în wați; raportul dintre cele două unități se numește *factor de putere* și pentru PC-uri are, de obicei, valoarea de aproximativ 70%. |
| Ah | Amperi-oră | Unitate de măsură a capacității bateriei. Bateriile mici pot fi măsurate și în mAh (miliamperi-oră), care este egal cu o miime din 1 Ah. |
| APM | Advanced Power Management | Cea mai bună metodă de extindere a capacității bateriei prin gestionarea alimentării, care se bazează în principal pe eliminarea pierderii de putere de către circuitele neutilizate. |
| ACPI | Advanced Configuration and Power Interface | Standardul pentru configurarea și controlul hardware și software pentru gestionarea alimentării calculatoarelor personale. |
| NiCd | Nichel-cadmiu | Tip de baterie folosit din ce în ce mai puțin în PC-uri, însă este de remarcat pentru durata lungă de viață și capacitatea mare (dar și densitatea scăzută de energie). |
| NiMH | Nichel-hidrură de metal | Tip de baterie folosit în mod curent pentru calculatoarele portabile, cu o densitate de energie mai mare decât NiCd, însă mai mică decât Li-ion. Acceptă mai multe reîncărcări decât Li-ion, însă mai puține decât NiCd. |

| | | |
|---|---|---|
| Li-ion | Litiu-ion | În prezent, cel mai răspândit model de baterie pentru calculatoarele portabile (și cu cea mai mare capacitate). Are o durată de viață mai mică decât bateriile bazate pe nichel, însă nu are probleme de capacitate. Bateriile litiu-polimer utilizează o tehnologie similară, însă au un alt aspect exterior. |
| UPS | Uninterruptible Power System | Un dispozitiv pentru alimentarea în caz de urgență de la baterii, în cazul în care sistemul principal de alimentare cu energie este dezafectat, astfel încât să aveți timp pentru salvarea fișierelor și oprirea PC-ului. |

Practic, toate calculatoarele produse în zilele noastre sunt aparate electronice. Funcționarea lor se bazează pe electronii în mișcare, adică pe electricitate. Impulsurile electrice trec de la un circuit la altul, fiind activate sau dezactivate instantaneu de cipurile logice. Circuitele combină impulsurile electrice pentru a lua decizii logice și pentru a transmite alte impulsuri de control către echipamentele periferice. Semnalele calculatorului rămân în formă electrică până când electronii care intră în coliziune cu substanțele fosforescente din tubul monitorului formează fotoni vizibili pentru ochii dumneavoastră sau generează câmpurile care pun în acțiune imprimanta.

Desigur, calculatorul dumneavoastră are nevoie de o sursă pentru electricitatea care îl menține funcțional. Tensiunile de alimentare nu sunt generate instantaneu în circuite, ci trebuie furnizate de o sursă externă. În mod obișnuit, aproape toate locuințele din America au prize electrice în care poate fi conectat calculatorul. Această facilitate este una dintre „minunile“ civilizației.

Problema este că circuitele semiconductoare delicate care fac parte din calculatoarele existente în prezent nu pot folosi direct curentul electric furnizat de compania dumneavoastră de electricitate. Energia electrică este furnizată în stare brută, iar puterea și tensiunea sunt calculate astfel încât să facă față traseelor lungi de mai mulți kilometri dintre generator și casă. Circuitele PC-ului au nevoie de un flux de energie constant și controlat cu multă atenție. Energia în formă brută primită de pe linia principală de alimentare poate topi circuitele calculatorului într-un joc rapid de fulgere miniaturale.

Din motive economice, energia electrică distribuită consumatorilor particulari este transmisă între compania de energie și locuințe sub formă de *curent alternativ (alternating current*, abreviat AC). Companiile distribuitoare preferă să lucreze cu curent alternativ deoarece este ușor de generat și pot obține relativ simplu diferite valori de tensiune (inclusiv tensiunile foarte înalte care fac să fie eficiente transmisiunile pe distanțe mari). Acest tip de curent este numit alternativ pentru că inversează polaritatea – trecând de la valori pozitive la valori negative și invers – de mai multe zeci de ori într-o secundă (frecvențele uzuale sunt de 60 Hz în America și de 50 Hz în Europa).

Natura schimbătoare sau oscilantă a curentului alternativ permite transformatoarelor să crească sau să scadă tensiunea (măsura pentru forța de conducere a electricității), deoarece transformatoarele reacționează numai la schimbări electrice. Energia electrică este transportată mai bine la tensiuni mai mari, deoarece pierderea (sub formă de căldură generată de curentul electric ce străbate rezistența firelor folosite pentru transmisii pe distanțe mari) este invers proporțională cu tensiunea. Transformatoarele permit tensiunilor înalte folosite în transmiterea enegiei electrice furnizate – care ajung uneori la valori de sute de mii de volți – să fie reduse la un nivel sigur pentru beneficiari la intrarea în locuințe (acest nivel are valoarea nominală de 117 volți în Statele Unite și de 220 volți în România).

Pe cât de folositor este curentul alternativ pentru companiile de electricitate, pe atât este de periculos pentru circuitele integrate din calculatoare. Aceste circuite formează impulsurile prin comutarea unui flux de electricitate derivat dintr-o sursă constantă. Deși calculatoarele pot fi proiectate pentru a folosi curent alternativ, inversarea constantă a tensiunii ar complica atât de mult modelul, încât jongleriile cu cuțite fiind legat la ochi ar fi o simplă joacă de copii. Calculatoarele (și cele mai multe dispozitive electronice) folosesc *curent continuu (direct current*, abreviat DC). Curentul continuu este tipul de energie care provine direct dintr-o sursă primară – o baterie –, o singură tensiune care rămâne la un nivel constant (nivelul rămâne constant cât timp bateria are rezerve pentru a-l produce). Mai mult, chiar și tensiunea care alimentează becurile și aspiratorul (care are totuși valori mici) ar putea fi fatală circuitelor semiconductoare. Între elementele din circuitele semiconductoare sunt distanțe mici, iar tensiunile înalte pot scânteia pe aceste distanțe ca fulgerele, arzând și distrugând componentele din siliciu.

# Surse de alimentare

Sursa de alimentare este dispozitivul intermediar care transformă curentul alternativ din prizele electrice în curentul continuu necesar circuitelor din calculatorul dumneavoastră. În timpul funcționării, sursa de alimentare a PC-ului încearcă să producă curent continuu într-o formă cât mai pură, cât mai apropiată de curentul continuu ideal produs de baterii. Scopul principal urmărit este stabilizarea semnalului, adică menținerea tensiunii la o valoare cât mai apropiată de valoarea ideală pentru circuitele din PC-ul dumneavoastră.

Calculatoarele notebook și subnotebook sunt ușor de alimentat. Aceste tipuri de calculatoare operează cu curent furnizat de la o baterie, care este generat în celulele bateriei exact în forma cerută de circuitele calculatorului – curent continuu de tensiune joasă. Oricum, și în calculatoarele notebook este nevoie de o stabilizare internă a tensiunii, deoarece chiar și energia pură produsă de o baterie variază în tensiune în funcție de starea de încărcare a bateriei. În plus, calculatoarele laptop și notebook trebuie să aibă o posibilitate de încărcare a bateriilor, iar alimentatoarele trebuie să realizeze exact aceleași transformări electrice ca o sursă de alimentare pentru un calculator desktop.

## Tehnologii

Pentru dispozitivele electronice se folosesc în mod uzual două tipuri de surse de alimentare: liniare și în comutație. Primul tip de sursă aparține unei tehnologii mai vechi, datând din anii '20, când au fost realizate primele aparate de radio fără baterii. Al doilea este considerat o tehnologie de vârf, care folosește viteza și eficiența circuitelor electronice semiconductoare și ocupă astăzi poziția dominantă pe piața surselor de alimentare pentru calculatoare. Aceste două tehnologii se deosebesc în principal prin mijloacele folosite pentru a realiza stabilizarea tensiunii.

## Surse de alimentare liniare

Primul model folosit pentru a obține curent continuu stabilizat din curent alternativ furnizat de compania de electricitate a fost sursa de alimentare liniară. La un moment dat, acest tip de sursă era singurul folosit pentru toate echipamentele electronice. După apariția pe piață și a altor tipuri de surse, realizate pe baza altei tehnologii, primul model a primit numele *liniar* datorită faptului că utiliza circuite semiconductoare liniare (analogice) standard la momentul respectiv (cu toate că o sursă de alimentare liniară nu are practic nevoie de componente semiconductoare).

Într-o sursă de alimentare liniară, semnalul electric brut preluat de pe linia principală de alimentare cu energie este transmis inițial printr-un transformator, care reduce tensiunea la o valoare puțin mai mare decât cea solicitată de circuitele calculatorului. În continuare, tensiunea trece prin unul sau mai multe redresoare, de obicei diode semiconductoare, care convertesc curentul alternativ (ajuns la o tensiune mică) în curent continuu, permițând fluxului electric să circule într-un singur sens, prin blocarea sensului invers. În final, curentul continuu este transmis prin regulatorul liniar de tensiune, care stabilește tensiunea creată de sursa de alimentare la nivelul solicitat de circuitele calculatorului dumneavoastră.

Cele mai multe regulatoare liniare de tensiune operează simplu absorbția tensiunii suplimentare create de transformator, convertind-o în căldură. Regulatorul de tip paralel scurtcircuitează pur și simplu ieșirea pentru a reduce excesul de putere, scăzând astfel tensiunea. Regulatorul de tip serie introduce o rezistență în calea fluxului de electricitate, blocând tensiunea suplimentară. În ambele cazuri, regulatorul are nevoie de o tensiune de intrare mai mare decât tensiunea necesară circuitelor calculatorului. Această putere suplimentară este transformată în căldură (cu alte cuvinte, este disipată). Sursa de alimentare liniară realizează stabilizarea semnalului prin variația energiei disipate.

### Sursele de alimentare în comutație

Celălalt model folosit este sursa de alimentare în comutație. Chiar dacă sunt mult mai complexe, sursele de alimentare în comutație sunt mai eficiente și deseori mai ieftine decât cele liniare. Deși modelele variază între ele, o sursă de alimentare în comutație obișnuită operează prin transformarea semnalului de intrare de 60 Hz într-un tren de impulsuri cu o frecvență mult mai mare (în gama a 20.000 Hz, peste limita superioară a auzului uman normal), prin activarea și dezactivarea acestuia cu ajutorul unei componente electrice denumită *triac*.

În timp ce crește frecvența semnalului primit de la compania de electricitate, regulatorul în comutație egalizează acest semnal printr-o tehnică digitală denumită *modulare în lățime a impulsurilor (pulse width modulation).* Aceasta înseamnă că durata fiecărui impuls variază în funcție de cerințele de alimentare ale circuitelor calculatorului. Lățimea impulsurilor este controlată printr-un comutator electronic; impulsurile mai scurte determină apariția unei tensiuni de ieșire de valoare mai mică. În etapa finală, impulsurile comutate ajung la un transformator care reduce tensiunea la nivelul cerut de circuitele calculatorului și, prin redresare și filtrare, o transformă în curent continuu pur.

Sursele de alimentare în comutație dobândesc acest nivel de eficiență și costul redus în două moduri. În acest tip de sursă, operația de stabilizare este mult mai eficientă, deoarece există mai puțină putere suplimentară care trebuie transformată în căldură. În loc să disipe energia printr-un element de reglare în paralel sau în serie, regulatorul în comutație întrerupe întregul flux de curent, chiar dacă pentru perioade foarte scurte. În plus, frecvențele înalte au nevoie de transformatoare și de circuite de filtrare mai mici și mai ieftine. Datorită acestor două motive foarte practice, aproape toate calculatoarele personale din zilele noastre folosesc surse de alimentare în comutație.

## Cerințele de alimentare cu energie ale unui PC

Circuitele logice din calculatoarele moderne operează prin comutarea tensiunilor între două stări logice diferite (de exemplu, adevărat sau fals, unu sau zero) codate ca două niveluri de tensiune – înalt și jos. Fiecare familie de circuite logice are propriile standarde de tensiune. Cele mai multe PC-uri din zilele noastre sunt construite pe baza

cerințelor Transistor-Transistor Logic sau TTL. Într-un model TTL, „înalt“ se referă la tensiunile peste valoarea de 3,2 volți, iar „jos“ înseamnă tensiunile mai mici de aproximativ 1,8 volți. Intervalul de separare este nedefinit din punct de vedere logic, o bandă electrică de siguranță care împiedică apariția ambiguității între cele două stări semnificative. În afară de semnale, circuitele logice TTL au nevoie și de o sursă de tensiune constantă pe care o utilizează pentru alimentare; aceasta furnizează „forțele electrice“ care declanșează comutările. Circuitele TTL sunt alimentate nominal de la o sursă de 5 volți. Toate sursele de alimentare folosite de PC-urile de dimensiune normală sunt proiectate să producă din abundență această tensiune constantă de 5 volți – în mod obișnuit, cel puțin 20 de amperi.

Deseori, PC-urile au nevoie și de alte valori de tensiune. Motoarele celor mai multe unități de disc (hard și de dischetă) necesită în mod uzual 12 volți pentru efectuarea rotației discurilor. Alte circuite specializate din calculatoarele personale au nevoie uneori de tensiuni electrice bipolare. De exemplu, un port serial indică stările logice prin schimbarea tensiunilor între pozitiv și negativ în relație cu masa. Ca urmare, tensiunile „în oglindă“, de -5 și -12 volți, trebuie să fie disponibile în interiorul fiecărui PC, măcar în cazul în care se intenționează utilizarea unor plăci de extensie.

În calculatoarele notebook, care în cea mai mare parte nu au spațiu pentru plăcile de extensie generice, nu sunt necesare de obicei toate aceste tensiuni. De exemplu, multe modele noi de hard-discuri proiectate pentru calculatoarele notebook folosesc motoare de 5 volți, eliminând cerința pentru tensiunea de 12 volți.

În plus, ultima generație de microprocesoare și circuite de suport pentru calculatoarele notebook sunt proiectate să opereze cu o tensiune de 3,3 volți. Aceste circuite alimentate la tensiuni mai joase reduc consumul de energie, deoarece – toate celelalte mărimi fiind egale – cu cât este mai mare tensiunea, cu atât este mai mare fluxul de curent și crește consumul de energie. Scăderea tensiunii de operare a circuitelor de la 5 la 3,3 volți reduce consumul de energie al calculatorului cu aproape jumătate (consumul de energie al unui circuit este proporțional cu pătratul intensității a curentului consumat).

## Tensiunile și valorile nominale de operare

Sursele de alimentare cu care veți avea de-a face de obicei sunt cele din PC-urile desktop; pentru a satisface cerințele tuturor combinațiilor posibile de circuite, aceste surse trebuie să producă toate cele patru tensiuni obișnuite. În multe PC-uri desktop, sursa de alimentare produce în mod normal patru tensiuni (+5, -5, +12 și -12), care sunt furnizate la amperaje diferite, în funcție de cererile asociate fiecăreia dintre ele. Pe placa de bază există și un *regulator (stabilizator) de tensiune* separat, care produce o tensiune mai scăzută, în gama de 3,3 volți, necesară microprocesoarelor de tip Pentium și circuitelor asociate acestora. În unele sisteme, tensiunea de ieșire a acestui regulator poate fi variabilă în scopul adaptării sistemelor de economisire a energiei (care reduc viteza și tensiunea microprocesorului pentru a conserva puterea și a reduce disiparea căldurii). Sursele de alimentare mai noi, cum ar fi cele realizate după modelul standard ATX, pot furniza uneori direct tensiuni de 3,3 volți.

Modelul obișnuit de PC are multe circuite logice, astfel încât necesită cantități mari de tensiuni de alimentare de 5 volți (de obicei între 20 și 25 de amperi). Există multe unități de disc care folosesc tensiuni de 12 volți; o unitate modernă obișnuită folosește aproximativ 1 amper. Numai câteva componente au nevoie de tensiuni negative, astfel încât cele mai multe surse de alimentare nu furnizează decât câțiva wați pentru tensiunile de acest tip.

Cea mai mare parte a surselor de alimentare sunt evaluate și recomandate după suma tuturor puterilor pe care le pot furniza, măsurată în wați. Puterea nominală pentru orice sursă de alimentare poate fi calculată prin înmulțirea individuală a intensității nominale a fiecăreia dintre cele patru tensiuni furnizate și însumarea rezultatelor. (Puterea în wați este egală cu produsul dintre tensiune și intensitate, măsurată în amperi). Cele mai multe dintre calculatoarele moderne de dimensiune normală au surse de alimentare de 150-220 wați. PC-urile notebook folosesc între 10 și 25 wați.

Rețineți că această putere nominală nu are nici o legătură cu valoarea energiei preluate de sursa de alimentare dintr-o priză normală. Toate circuitele electronice – și sursele de alimentare în particular – au probleme datorate ineficiențelor, modelele liniare într-o măsură mai mare decât cele în comutație. Din această cauză, o sursă de alimentare are nevoie de o energie mai mare decât cea furnizată pentru circuitele calculatorului dumneavoastră – măcar atunci când produce nivelul maxim de semnal. Însă sursele de alimentare ale PC-urilor operează foarte rar la valorile nominale de ieșire. Ca urmare, sursele de alimentare în comutație mai eficiente folosesc în regimul de lucru normal mai puțină energie decât în regimul nominal. De exemplu, un PC cu o sursă de alimentare de 220 de wați, care are o cantitate obișnuită de memorie RAM (să spunem 4 megaocteți) și o singură unitate de hard-disc, folosește mai puțin de 100 de wați în modul de operare normal.

La selectarea unei surse de alimentare pentru PC-ul dumneavoastră, valoarea nominală de care aveți nevoie depinde de plăcile și perifericele pe care doriți să le atașați la calculator. PC-urile moderne nu sunt atât de mari consumatoare de energie ca precursoarele lor. Aproape toate componentele din PC-uri necesită mai puțină energie decât echivalentele lor de acum șase ani. Singura excepție o reprezintă microprocesorul. Performanțele mai mari necesită mai multă energie. Cu toate că inginerii de la Intel au făcut o treabă bună reducând cerințele de energie ale produselor firmei prin trecerea la tehnologii pe bază de tensiuni mai mici, această reducere s-a realizat prin creșterea solicitărilor. Cipurile au nevoie acum de tot atâta energie, și uneori chiar de mai multă energie decât au avut nevoie vreodată.

Într-un PC desktop, o sursă de alimentare de 200 de wați cam lenevește; cele mai multe calculatoare personale individuale (spre deosebire de servere și stații de lucru) ar putea funcționa fără nici o problemă cu numai 120 de wați. O placă de bază poate avea nevoie de 15-25 wați; o unitate de dischetă, de 3-20 (în funcție de generație); un hard-disc, de 5-50 (care depinde tot de generație); o plăcuță de memorie sau o placă de extensie multifuncțională, de 5-10. În Tabelul 25.1 sunt prezentate cerințele diferitelor componente din PC, atât pentru modele mai vechi, cât și pentru modele moderne.

**Tabelul 25.1** Necesarul de putere pentru câteva dispozitive obișnuite.

| *Clasa de dispozitiv* | *Tipul de dispozitiv* | *Putere* | *Exemplu* |
|---|---|---|---|
| Unitate de dischetă | Cu înălțime normală, 5,25 inci | 12,6 wați | Unitatea de dischetă din IBM PC |
| Unitate de dischetă | Cu înălțimea pe jumătate, 5,25 inci | 12,6 wați | QumeTrak 142 |
| Unitate de dischetă | Cu înălțimea de un inci, 3,5 inci | 1,4 wați | Teac FD-235J |
| Placă de grafică | Tehnologie veche, pe două plăci (placă dublă) | 16,2 wați | IBM 8514/A |
| Placă de grafică | Performanță ridicată, lungime standard | 13,75 wați | Matrox MGA |

*continuare*

**Tabelul 25.1** Continuare

| *Clasa de dispozitiv* | *Tipul de dispozitiv* | *Putere* | *Exemplu* |
|---|---|---|---|
| Placă de grafică | Placă scurtă accelerată | 6,5 waţi | ATI VGA Wonder, Graphics Ultra+ |
| Hard-disc | Cu înălţime normală, 5,25 inci | 59 waţi | IBM 10MB XT hard disk |
| Hard-disc | Cu înălţimea pe jumătate, 5,25 inci | 25 waţi | [estimat] |
| Hard-disc | Cu înălţimea de un inci, 3,5 inci | 6,5 waţi | Quantum ProDrive LPS120S |
| Hard-disc | 2,5 inci | 2,2 waţi | Quantum Go-Drive 120AT |
| Hard-disc | Cartelă PCMCIA | 3,5 waţi | Maxtor MXL-131-III |
| Hard-disc | Cu înălţimea standard, 3,5 inci | 12 waţi | Quantum ProDrive 210S |
| Memorie | 1MB SIMM | 4,8 waţi | Motorola MCM81000 |
| Memorie | 4MB SIMM | 6,3 waţi | Motorola MCM94000 |
| Memorie | 8MB SIMM | 16,8 waţi | Motorola MCM36800 |
| Microprocesor | 400 MHz | 24 waţi | Intel Celeron (numai nucleul logic) |
| Microprocesor | 550 MHz | 40 waţi | Intel Pentium III Xeon |
| Modem | Cartelă PCMCIA | 3,5 waţi | MultiTech MT1432LT |
| Modem | Intern, cu lungimea pe jumătate | 1,2 waţi | Boca V.32bis |
| Placă de bază | Mini-ATX | 15 waţi | fără unitatea centrală de prelucrare |
| Adaptor de reţea | Ethernet, cu lungimea pe jumătate | 7,9 waţi | Artisoft AE-2/T |
| Placă de bază | 286, model AT | 25 waţi | [estimat] |
| Placă de bază | 386, model XT | 12 waţi | Monolithic Systems MSC386 XT/AT |
| Placă de bază | 486 sau Pentium, model AT | 25 waţi | [estimat] |

Conservarea energiei este întotdeauna benefică, iar în cazul surselor de alimentare în comutaţie se produce fără nici o problemă (cu excepţia costului de realizare a sursei de alimentare). Cu alte cuvinte, deşi aţi putea lucra cu o sursă de alimentare mai mică în PC-ul dumneavoastră desktop, modelul cvasistandard de 220 de waţi rămâne în continuare o opţiune bună.

## Tensiunea de alimentare

Cele mai multe surse de alimentare sunt destinate operării la o anumită tensiune şi frecvenţă de linie. În Statele Unite, energia furnizată de companiile de electricitate are caracteristicile nominale de 115 volţi şi 60 de hertzi. În alte state, tensiunea şi frecvenţa de alimentare pot fi diferite. De exemplu, în Europa cel mai răspândit este standardul de 230 volţi şi 50 de hertzi.

Deoarece cele mai multe surse de alimentare în comutație pot opera la oricare dintre frecvențele amintite, nu trebuie să vă fie teamă când călătoriți. (Oricum, înainte să plecați în călătorie, verificați, pentru siguranță, regimul nominal de lucru al sursei proprii de alimentare). Sursele de alimentare liniare sunt mai sensibile. Transformatoarele pe care le conțin au o reactanță mai scăzută la frecvențe mai mici, astfel încât transformatoarele de 60 Hz folosesc mai mult curent decât au prevăzut proiectanții lor atunci când sunt alimentate la 50 Hz. Ca urmare, ele sunt mai sensibile la supraîncălziri și defectări, care uneori pot fi catastrofale.

Cele mai multe surse de alimentare pentru PC-uri sunt fie universale, fie cu tensiune selectabilă. O sursă de alimentare universală este proiectată pentru a avea o toleranță mare la curentul de alimentare. În cazul în care calculatorul dumneavoastră are o astfel de sursă, nu trebuie decât să conectați cablul de alimentare al calculatorului în priza din perete. Rețineți că unele surse de alimentare universale sunt proiectate pentru a lucra cu o gamă largă de tensiuni de alimentare și vor accepta orice tensiune standard și orice frecvență de linie folosite în lume – aceasta înseamnă un interval de tensiuni de la 100 la 250 de volți și o frecvență de linie între 50 și 60 Hz. Alte surse așa-numite universale sunt de fapt limitate la două intervale mai mici de valori, situate în jurul celor două standarde importante de tensiune. Aceste surse cu două game de valori pot fi însă folosite în întreaga lume (pentru că este puțin probabil să găsiți o zonă în care standardul este 169,35 de volți).

Sursele de alimentare cu tensiune selectabilă au pe panoul din spate un comutator mic prin care utilizatorul poate selecta tensiunea de operare; de obicei sunt prevăzute două game de valori – 115 și 230 volți. În cazul în care PC-ul dumneavoastră are o sursă de alimentare cu tensiune selectabilă, înainte de a porni calculatorul verificați dacă poziția comutatorului corespunde cu tensiunea de alimentare disponibilă.

Când călătoriți în străinătate, folosiți întotdeauna comutatorul sursei de alimentare pentru a adapta calculatorul la tensiunea de alimentare. Nu încercați să folosiți convertoare de tensiune ieftine. Deseori, aceste dispozitive nu sunt decât simple redresoare care reduc la jumătate forma undei de intrare. Deși această strategie este foarte utilă pentru becurile electrice, în cazul circuitelor electronice poate avea efecte dezastruoase. Utilizarea unui astfel de dispozitiv vă poate distruge pur și simplu calculatorul și din acest motiv nu este o procedură recomandată.

## Semnalul Power-Good

În afară de tensiunile și curenții necesari calculatorului pentru funcționare, sursele de alimentare pentru PC-uri emit și un semnal suplimentar, denumit Power-Good. Scopul acestui semnal este de a transmite calculatorului că starea sursei de alimentare este bună și calculatorul poate opera în condiții normale. Dacă semnalul Power-Good nu este prezent, calculatorul se oprește automat. Semnalul Power-Good împiedică PC-ul să opereze la tensiuni ciudate (de exemplu, cele provocate de scăderea tensiunii furnizate de priza din perete) și să se autodeterioreze. O conexiune defectă sau o pană a liniei Power-Good din sursa de alimentare pot determina oprirea PC-ului dumneavoastră, la fel ca o defecțiune totală a sursei de alimentare.

## Standarde

Înainte ca firma Intel să introducă pe piață modelele sale standard de placă de bază și de carcasă, existau două variante dominante pentru sursele de alimentare pentru PC-uri – prima încăpea în carcasa PC-ului XT original, iar a doua corespundea carcasei AT de

dimensiune normală. Sursele de alimentare de dimensiune AT sunt mai înalte și mai late decât modelele PC/XT, măsurând 5-7/8 pe 8-3/8 pe 5-7/8 inci, cu o crestătură în colțul din spate pentru a permite crearea unui spațiu suplimentar în interiorul carcasei calculatorului, necesar plăcii de bază. Sursele de alimentare de dimensiune PC/XT măsoară aproximativ 4-3/4 pe 8-3/8 pe 5-1/2 inci.

Deși este evident faptul că sursa de alimentare AT nu poate să încapă în carcasa mai mică de dimensiune XT, veți fi uimit să aflați că nici sursa de alimentare XT nu se potrivește foarte bine într-o carcasă AT, chiar dacă are dimensiunea mai mică. Dispunerea șuruburilor și a altor componente funcționale diferă suficient pentru ca micuța cutie să nu încapă în cutia de dimensiune mai mare.

Standardul ATX pentru plăci de bază și carcase a determinat proiectarea unui nou model de sursă de alimentare. Sursa de alimentare ATX oferă tensiuni noi, mai mici (eliminând o parte dintre cerințele de stabilizare a tensiunii ale plăcii de bază) și un conector nou, combinat, pentru placa de bază, care face ca instalarea să fie mai simplă și mai clară. De asemenea, pentru sistemele cu cerințe de alimentare mai mici, firma Intel a creat modelul de sursă de alimentare SFX. Având capacitatea maximă de 145 de wați, acest model este mai compact decât sistemul ATX. Folosește același conector combinat de alimentare pentru placa de bază (cu aceeași semnificație a pinilor), însă nu furnizează semnalul de -5 volți cc prezent la sursele ATX.

## Alimentarea unui calculator portabil

La fel ca pentru orice PC, electricitatea reprezintă sistemul circulator și pentru calculatoarele portabile. În cazul acestor mașini însă, accentul trece de la producerea de energie electrică la consum. Pentru a nu mai depinde de alimentarea de la prizele din pereți, aceste PC-uri miniaturale conțin propriile surse portabile – bateriile. Cu toate că sunt ferite de probleme cum ar fi loviturile fulgerelor și căderile tensiunii de alimentare, ele trebuie să îndeplinească o condiție ceva mai simplă – cea impusă de gravitate. Rezerva de energie pe care o au disponibilă la un moment dat este determinată de baterii, iar restricțiile de greutate obligă reducerea dimensiunii bateriei la o valoare rezonabilă (iar gradul de rezonabilitate variază invers proporțional cu aglomerația din aeroport și cu durata călătoriei). Dacă o comparăm cu cantitatea de energie electrică aproape nelimitată disponibilă de la orice priză din perete, energia furnizată de baterii este foarte puțină (energia totală disponibilă ajunge pentru aproximativ cinci wați-oră).

Ca urmare, sursa de alimentare dintr-un calculator notebook se ocupă mai mult de minimizarea pierderilor decât de stabilizare. De fapt, este aproape ideal ca alimentarea cu energie să se realizeze inițial din baterie – oferă curent continuu de valoare constantă, la o tensiune scăzută, care poate fi ajustat pentru a asigura adaptarea cu circuitele din calculator prin alegerea corespunzătoare a bateriei. Cerințele unei operații de stabilizare sunt minime: un circuit de protecție pentru prevenirea apariției unei tensiuni prea mari, care poate distruge calculatorul, și un circuit de detectare a tensiunilor joase, care are rolul de a avertiza utilizatorul când tensiunea de ieșire a bateriei scade prea mult pentru a mai menține mașina în funcționare normală. Deoarece tensiunile furnizate de baterii sunt cunoscute, nu sunt necesare dispozitive de reglaj al circuitului de curent în paralel sau în serie; valorile acestora scad puțin câte puțin, pe măsură ce se consumă energia acumulată.

Într-un PC portabil, principala problemă de alimentare este gestionarea consumului și nu stabilizarea tensiunii. Circuitele din interiorul sistemului monitorizează resursele folosite și, ceea ce este mult mai important, pe cele care nu sunt folosite. Orice

componentă care nu este folosită este dezactivată – de exemplu, iluminarea ecranului monitorului, rotirea hard-discului și chiar microprocesorul în unele sisteme.

Cu câteva mici excepții, calculatoarele notebook sunt alimentate și prin dispozitive de încărcare a bateriilor; datorită acestui fapt, puteți folosi pentru alimentare baterii reîncărcabile. Din punctul de vedere al schemei interne și al modului de lucru, un încărcător de baterii este ceva mai mult decât o sursă de alimentare. Semnalul de intrare este un curent alternativ, iar semnalul de ieșire este, de obicei, un curent continuu de tensiune joasă. Tensiunea de ieșire este foarte apropiată de cea a ieșirii bateriei sistemului, având valori puțin mai mari. (Este nevoie de o tensiune puțin mai mare pentru ca bateriile să fie încărcate la capacitatea maximă).

De obicei, încărcătorul de baterii sau sursa de alimentare este un dispozitiv independent, extern PC-ului notebook. Deși, în general, conțin mai mult decât un simplu transformator, aceste surse de alimentare externe sunt denumite de majoritatea utilizatorilor transformatoare sau redresoare. Acest nume era valabil în perioada în care toate alimentatoarele externe de baterii erau realizate pe baza unor modele liniare, cu transformatoare puternice, iar dispozitivul rezultat avea cu aproximație dimensiunea și greutatea unei cărămizi. Însă sursele de alimentare externe moderne sunt realizate pe baza modelelor în comutație și pot fi uimitor de compacte și de ușoare.

Producătorii preferă modelul extern de sursă de alimentare, pentru că mută în afara mașinii o greutate inutilă și elimină tensiunile înalte care pot fi aplicate din greșeală în interiorul calculatorului. De asemenea, acest model vă oferă și un obiect suplimentar pe care trebuie să îl transportați cu dumneavoastră, precum și o conexiune care poate să cedeze când vă este lumea mai dragă.

În mod obișnuit, redresorul are doar rolul de a reduce tensiunea de linie la un nivel acceptabil și de a transforma semnalul în curent continuu. Toate funcțiile de gestionare a alimentării cu curent sunt îndeplinite de PC.

Nu există nici un standard referitor la încărcătoarele de baterii și sursele de alimentare externe pentru calculatoarele notebook. Fiecare producător – și deseori fiecare model de PC de la anumiți producători – folosește propriul său model de sursă. Aceste modele diferă din punctul de vedere al tensiunii de ieșire, al curentului și al polarității. Puteți folosi o sursă universală numai dacă aceasta oferă tensiunea folosită de PC-ul dumneavoastră și generează cel puțin la fel de mult curent. Polaritatea vă oferă două opțiuni de corespondență – corectă și greșită; opțiunea greșită poate distruge multe dintre circuitele semiconductoare din interiorul sistemului. Cu alte cuvinte, când folosiți o sursă de alimentare universală, faceți o verificare suplimentară asupra polarității semnalului. (Pentru cele mai multe PC-uri, problema polarității se reduce practic la a ști dacă terminalul pozitiv este legat pe conductorul din centru sau pe cel din exteriorul conectorului coaxial universal). Sunt disponibile și adaptoare gen brichetă, care vă permit să cuplați anumite modele de calculatoare notebook la priza standard de aprindere a brichetei, care se găsește în cele mai multe autoturisme. Și în acest caz trebuie să alegeți sursa astfel încât să corespundă modelului de PC pe care doriți să îl folosiți, fiind atent în special la polaritatea tensiunii.

Cele mai multe surse de alimentare externe sunt proiectate să opereze de la o singură tensiune (există câteva universale, dar nu vă bazați pe ele). Aceasta înseamnă că sunteți limitat la conectarea și încărcarea PC-ului portabil fie la o emisferă (sau ceva de genul acesta), fie la cealaltă. Trecerea de la sistemele electrice de 115 volți la cele de 230 de volți necesită un al doilea încărcător extern, mai scump. Adesea, utilizatorii care călătoresc

mai mult împachetează convertoarele de tensiune pentru a preîntâmpina diferențele de electricitate. Sunt disponibile două tipuri de convertoare: unul care funcționează cu încărcătoare pentru PC-urile notebook și altul care va distruge atât încărcătorul, cât și calculatorul.

### Convertoarele de putere prin redresare

Cel mai simplu, mai mic, mai ușor și mai ieftin convertor nu este altceva decât o diodă (un redresor) care blochează trecerea pentru jumătate din semnalul de curent alternativ, tăind efectiv tensiunea în două – sau ceva de genul acesta. Rezultatul este o sursă electrică ciudată, care generează o jumătate de undă, capabilă să provoace un dezastru în circuitele electronice importante, cum sunt cele din PC-ul dumneavoastră și din sursa de alimentare a acestuia. Chiar dacă aceste convertoare funcționează bine cu aparatele de ras electrice și cu uscătoarele de păr, nu vă conectați niciodată PC-ul la un astfel de dispozitiv.

### Transformatoarele

Celălalt tip de convertor este un transformator simplu. La fel ca orice transformator, acest convertor este greu (este o adevărată distracție împachetarea sa într-un bagaj). De asemenea, aceste convertoare sunt relativ scumpe. Însă datorită faptului că furnizează curent alternativ normal la ieșire, sunt sigure pentru alimentarea PC-urilor. Desigur, aceste dispozitive vă obligă să transportați împreună cu calculatorul portabil două adaptoare de alimentare – sursa de alimentare și convertorul – care cântăresc împreună probabil mai mult decât calculatorul însuși. Pentru perioade lungi și aglomerate, mai bine vă cumpărați un alt încărcător sau a doua sursă de alimentare pentru PC.

## Bateriile

Dacă vă aduceți aminte de experimentele de fizică din școala generală, nu ați uitat probabil de cel cu jumătatea de lămâie în care se introduceau o bandă de cupru și una de zinc, experiment care dorea să vă introducă în lumea fascinantă a electricității. Cu siguranță, ați rememora mai bine aceste momente dacă ați naufragia pe o insulă cu un aparat de radio cu bateriile terminate, o ladă de lămâi și câteva benzi de zinc și cupru, însă cred că acestea au acum legătură cu calculatorul dumneavoastră ca sistemul DOS 1.1. Mai gândiți-vă. Acest experiment zemos ar putea servi ca introducere într-o discuție despre tehnologia bateriilor (iar rememorarea acestuia ar putea fi chiar introducerea acestei secțiuni).

### Densitatea de stocare

Cantitatea de energie pe care o poate stoca o baterie reprezintă capacitatea acesteia și se măsoară uzual în watt-oră, abreviat Wh. Raportul dintre capacitate și greutatea (sau dimensiunea) bateriei se numește *densitatea de stocare (storage density)* a bateriei. Cu cât densitatea de stocare este mai mare, cu atât poate fi înmagazinată mai multă energie într-o celulă de o anumită dimensiune sau greutate, iar bateria este mai apreciată – cel puțin în situațiile în care sunteți nevoit să cărați toată ziua alimentatorul și PC-ul.

### Celulele primare și secundare

Bateriile pot fi împărțite în două categorii: primare și secundare (sau de stocare). În bateriile primare, procesul de creare a electricității este ireversibil; unul dintre electrozi (sau ambii) este modificat și nu poate fi readus în starea sa inițială decât printr-un proces

foarte complex (cum ar fi retopirea metalului). Bateriile secundare sau de stocare sunt reîncărcabile; reacția chimică este reversibilă prin aplicarea unui curent electric. Electronii pot fi trimiși înapoi de unde au venit. După ce bateria este descărcată, modificările chimice din interior pot fi inversate prin reîncărcarea bateriei. După ce substanțele chimice revin în starea inițială de încărcare, pot fi folosite pentru a furniza din nou electricitate.

Teoretic, orice reacție chimică este reversibilă. Și ceasurile pot merge în sens invers. Și porcii pot zbura, dacă sunt aruncați de la o înălțime suficient de mare. Problema este alta: când o baterie se descarcă, reacția chimică afectează electrozii mai mult în unele locuri decât în altele; reîncărcarea nu reface în mod obligatoriu toate locurile care au fost golite. Bateriile reîncărcabile funcționează pentru că schimbările de natură chimică din interiorul lor modifică electrozii fără a elimina material. De exemplu, un electrod poate fi acoperit cu un oxid, care se poate elimina în timpul operației de reîncărcare.

Bateriile primare și secundare (de stocare) sunt folosite cu funcții foarte diferite, chiar în PC-uri. Aproape toate PC-urile moderne au ascunsă undeva în interior o baterie primară, care alimentează un mic ceas electric ce funcționează și după oprirea PC-ului. Aceeași baterie alimentează memoria CMOS, care include câțiva octeți sau kilooctеți cu informații de configurare a sistemului. Bateriile de stocare sunt folosite în special pentru alimentarea calculatoarelor notebook (există și sisteme care folosesc baterii de stocare pentru a alimenta ceasurile interne și memoria CMOS).

## Tehnologii

Experimentul cu lămâia demonstrează una dintre metodele prin care energia chimică poate fi pusă la treabă, producând direct electricitate. Cele două benzi metalice au rolul electrozilor. Una dintre ele eliberează electroni prin procesul chimic de oxidare, în timp ce cealaltă preia electroni prin reducere chimică. Cu alte cuvinte, electronii se deplasează de la un electrod, numit anod, la celălalt, denumit catod. Acidul din lămâie are rolul de electrolit, adică este mediul prin care electronii (sub formă de ioni) sunt schimbați între electrozi. Cele trei elemente formează împreună un dispozitiv generator de electricitate, denumit celulă galvanică; dispozitivul a primit numele de la chimistul Luigi Galvani, care a trăit în secolul al optsprezecelea. Câteva celule de acest tip conectate între ele formează o baterie.

Prin conectarea unui fir de la catod la anod, electronii capătă un traseu de revenire și chiar de creștere a concentrației. Astfel se obține fluxul de electricitate. Dacă adăugați ceva la mijloc – de exemplu un PC – electricitatea poate lucra pentru dumneavoastră pe drumul de întoarcere al electronilor.

Toate bateriile funcționează pe baza aceluiași principiu. Două materiale diferite (mai exact, ele trebuie să aibă diferit potențialul de oxidare, care se notează de obicei $E_0$), care au rolul de anod și de catod, sunt legate printr-un al treilea material cu rol de electrolit. Posibilitățile de alegere a materialelor sunt foarte mari și au permis apariția unei game largi de tehnologii de creare a bateriilor. De asemenea, densitatea de stocare (cantitatea de energie care poate fi înmagazinată pentru o anumită dimensiune sau greutate a bateriei) și tensiunea nominală de ieșire diferă în funcție de materialele utilizate. În Tabelul 25.2 sunt prezentate pe scurt caracteristicile celor mai cunoscute sisteme chimice utilizate pentru baterii.

**Tabelul 25.2** Caracteristicile electrice ale celor mai cunoscute sisteme chimice de baterii

| *Tehnologia* | *Tensiunea celulei (nominală), volți* | *Densitatea de stocare, Wh/kg* | *Curba de descărcare* | *Descărcarea în conservare* |
|---|---|---|---|---|
| Carbon-zinc | 1,5 | 70 | În pantă | 15% pe an |
| Alcalină | 1,5 | 130 | În pantă | 4% pe an |
| Litiu | 3,2 | 230 | Palier | 1% pe an |
| Oxid de argint | 1,5 | 120 | Palier | 6% pe an |
| Nichel-cadmiu | 1,2 | 42 | Palier | 1% pe zi |
| Nichel-hidrură de metal | 1,2 | 64 | Palier | 1% pe zi |
| Zinc-aer | 1,4 | 310 | Palier | 2% pe an |

**Bateriile carbon-zinc**

Cele mai folosite baterii din întreaga lume sunt celulele primare realizate cu electrozi din zinc și carbon. În aceste baterii zinc-carbon – denumite formal *pile uscate Leclanche*, însă cunoscute mai bine ca baterii de lanternă – zincul (care formează învelișul bateriei) are rolul de anod, tija din grafit situată în centrul cilindrului are rolul de catod, iar electrolitul este un amestec complex de substanțe chimice (dioxid de magneziu, clorură de zinc și clorură de amoniu). În bateriile alcaline, acest amestec chimic este modificat în scopul creșterii densității de stocare și a duratei de funcționare. Pentru realizarea bateriilor cu destinații speciale sunt folosite și alte materiale, însă cu excepția celor cu litiu, acestea nu au aplicabilitate în domeniul PC-urilor.

**Bateriile alcaline**

În mod obișnuit, bateriile alcaline nu pot fi reîncărcate, însă compania Rayovac Corporation a realizat o serie de celule alcaline de dimensiune standard, denumite baterii Renewal, care acceptă de la 25 până la 100 de reîncărcări. Pentru a obține capacitatea de refolosire, aceste celule combină tehnicile noi de fabricație și un încărcător special controlat printr-un microprocesor. Încărcătorul are funcția de realimentare a celulelor descărcate și de măsurare a efectelor fiecărui impuls. Bateriile Renewal nu pot fi încărcate cu dispozitive convenționale; de fapt, dacă încercați o astfel de operație, bateriile pot exploda.

**Bateriile plumb-acid**

Cele mai răspândite baterii de acumulatoare din lume sunt bateriile plumb-acid folosite pentru pornirea automobilelor. Aceste baterii au electrozii realizați din plumb (pentru anod) și oxid de plumb (pentru catod), scufundați într-un electrolit de acid sulfuric. În afară de faptul că sunt grele (pentru că sunt umplute cu plumb), aceste baterii conțin un lichid foarte coroziv, care poate ajunge acolo unde nu trebuie – în general, oriunde. Pentru a evita scurgerile, unele baterii plumb-acid sunt etanșeizate.

Această problemă este eliminată în bateriile plumb-acid pe bază de gel, care sunt denumite deseori, mai simplu, celule cu gel. În aceste baterii, electrolitul este schimbat cu o substanță coloidală, asemănătoare cu gelatina, astfel că este mai puțin apt să iasă din baterie. În orice caz, spre deosebire de cele mai multe baterii plumb-acid, celulele cu gel se degradează prin aplicarea unui curent continuu de valoare joasă după încărcarea completă (cea mai mare parte dintre bateriile plumb-acid sunt păstrate la capacitatea completă prin această metodă, denumită încărcare de întreținere). Ca urmare a acestui

fenomen, celulele cu gel au nevoie de alimentatoare speciale, care se dezactivează automat după încărcarea completă a celulelor.

**Bateriile nichel-cadmiu**

Cele mai folosite baterii de acumulatoare pentru echipamentele electronice de larg consum sunt celulele nichel-cadmiu, denumite și nicad. După cum sugerează și numele, aceste baterii folosesc electrozi realizați din nichel și cadmiu. Cea mai apreciată caracteristică a bateriilor nicad este capacitatea de a efectua 500 de cicluri complete de încărcare/descărcare. De asemenea, aceste baterii sunt relativ ușoare, au o densitate bună de stocare a energiei (deși valoarea este cam la jumătate din cea a celulelor alcaline) și acceptă încărcarea de întreținere. Ca o caracteristică negativă, cadmiul este toxic.

Tensiunea de ieșire a celor mai multe celule chimice scade pe măsură ce celula se descarcă, pentru că reacțiile din celulă cresc rezistența internă a acesteia. Bateriile nicad au o rezistență internă foarte scăzută, care se modifică foarte puțin în timpul descărcării celulei – ceea ce înseamnă că pot realiza curenți de valori mari. Ca urmare, celulele nicad produc o tensiune aproape constantă până când sunt descărcate aproape complet, moment în care tensiunea de ieșire scade brusc. Această tensiune constantă este un avantaj pentru realizatorii de circuite, deoarece nu mai trebuie prevăzute toleranțe mari la variațiile de tensiune. În schimb, tensiunea constantă face aproape imposibilă determinarea stării de încărcare a celulei nicad. Ca urmare, cele mai multe calculatoare alimentate cu baterii determină puterea rămasă în baterie după timpul de operare și nu prin verificarea stării bateriei.

Celulele nicad sunt cunoscute și după alt neajuns: memoria. În situația în care mai multe celule nicad sunt parțial descărcate, sunt lăsate în această stare și apoi sunt reîncărcate, ele pot pierde din capacitatea de înmagazinare a energiei. Rezolvarea acestei probleme de memorie este descărcarea intensă – bateria este descărcată la nivelul minim de operare și apoi este încărcată din nou. Descărcarea intensă nu înseamnă descărcarea totală a bateriei. Dacă descărcați complet o baterie de acumulatoare care este absolut uscată, o veți deteriora și îi veți scurta viața. Dacă descărcați o baterie nicad până la nivelul la care produce o tensiune mai mică de 1 volt (valoarea nominală de ieșire este de 1,2 volți), bateria poate fi deteriorată. Calculatoarele notebook sunt proiectate astfel încât să se oprească înainte ca bateriile să fie descărcate prea mult, iar descărcările prea mari nu sunt foarte periculoase astfel că nu trebuie să vă fie teamă să utilizați acest tip de baterii. Însă nu încercați să descărcați bateriile din sistem prin scurtcircuitare – riscați să stricați bateria și chiar să declanșați un incendiu.

Producătorii de baterii au declarat că noile modele de baterii nicad nu mai prezintă defecte de memorie. În orice caz, cea mai bună strategie pentru a beneficia cât mai mult de bateriile nicad este de a le utiliza până la limită – bateriile trebuie să parcurgă complet ciclul de viață. Încărcați bateria complet, folosiți-o până la descărcare și apoi reîncărcați-o complet.

**Bateriile nichel-hidrură de metal**

Celula nichel-hidrură de metal este o versiune modernă îmbunătățită a tehnologiei nichel-cadmiu (denumirea prescurtată este NiMH). Aceste celule păstrează toate caracteristicile pozitive ale celulelor nicad și nu au cadmiu – au fost înlocuite metalele grele care pot avea efecte toxice. Principala caracteristică a acestor baterii este capacitatea de a înmagazina într-o anumită celulă cu până la 50% mai multă energie (comparativ cu celula nicad). În plus, problemele de memorie nu au efecte supărătoare.

Atât celulele nicad, cât și celulele nichel-hidrură de metal se autodescarcă. Chiar dacă sunt nefolosite, aceste celule tind să piardă energia înmagazinată cu o rată ridicată, care poate ajunge la 30% pe lună.

Cele mai multe baterii și alimentatoare de baterii pentru PC-uri sunt proiectate să funcționeze într-o conexiune continuă fără nici un efect negativ asupra bateriei. De fapt, cea mai bună strategie este să vă lăsați PC-ul cuplat la sursa de alimentare, chiar dacă aceasta este încărcată complet, și să-l decuplați de la alimentator numai când plecați cu calculatorul respectiv în alt loc. Încărcarea de întreținere nu are efecte distrugătoare (de fapt, circuitele de încărcare a bateriei sunt dezactivate automat după încărcarea acesteia) și astfel calculatorul este mereu gata de plecare.

**Bateriile litiu-ion**

Litiul este cel mai reactiv metal din punct de vedere chimic și asigură baza pentru cele mai multe dintre bateriile compacte utilizate în prezent pentru sistemele de alimentare ale calculatoarelor notebook. Celulele litiu-ion produc o tensiune mai mare decât orice alt model, la o valoare nominală de 2,2 volți pe celulă. Din acest motiv, precum și datorită altor caracteristici, celulele cu litiu nu sunt interschimbabile cu alte tehnologii, chiar dacă PC-urile pot fi proiectate să folosească ambele variante de alimentatoare.

Bateriile pe bază de litiu oferă densități mai mari de stocare chiar decât celulele nichel-hidrură de metal, ceea ce înseamnă că vă puteți folosi sistemul notebook mai mult timp fără să fie necesară reîncărcarea alimentatorului. De asemenea, celulele litiu-ion nu au problemele de memorie înregistrate anterior la primele celule pe bază de nichel, astfel că nu trebuie să vă faceți griji în legătură cu descărcarea completă a celulelor înainte de reîncărcare.

Pe de altă parte, celulele cu litiu din prezent au o rezistență internă mai mare decât celulele nichel-cadmiu și, din acest motiv, nu pot furniza curenți de valori mari. Energia disponibilă este suficientă pentru un calculator personal proiectat corespunzător, care minimizează cerințele referitoare la supratensiune. În plus, durata de viață a celulelor cu litiu este mai mică decât a modelelor bazate pe nichel. Bateriile nichel-cadmiu rămân în continuare lider în ceea ce privește numărul de cicluri de încărcare/descărcare pentru un sistem de alimentare de acest tip.

**Bateriile litiu-polimer**

Dintre tehnologiile noi, cea care s-a remarcat în ultima perioadă este o variantă optimizată a cunoscutelor sisteme chimice pe bază de litiu, denumită celulă *litiu-polimer solid*. În timp ce celulele convenționale litiu-ion necesită electroliți lichizi, celulele cu polimeri solizi integrează electrolitul într-un separator polimeric din plastic, plasat între anodul și catodul celulei. Deoarece nu folosește lichid, celula cu polimer solid nu are nevoie de carcasa cilindrică a bateriilor convenționale. Astfel, celulele cu polimer solid pot fi formate în cutii plate sau *prismatice* (dreptunghiulare), capabile să intre în interiorul calculatoarelor notebook.

Cu toate că densitatea de energie a celulelor cu polimer solid este similară ca valoare cu cea a celulelor obișnuite litiu-ion, producătorii de PC-uri le pot forma astfel încât să ocupe mai bine spațiul disponibil într-un calculator, mărind capacitatea de alimentare a fiecărei mașini. De exemplu, prin umplerea spațiului liber care ar putea apărea în colțurile formate în jurul unei celule cilindrice, o baterie cu polimer solid poate crește cu 22% capacitatea de stocare a energiei. În plus, bateriile cu polimer solid au un aspect prietenos, sunt mai ușoare (pentru că nu includ metale) și sunt mai sigure (deoarece nu conțin solvenți inflamabili).

**Bateriile zinc-aer**

În prezent, dintre cele mai cunoscute tehnologii pentru baterii, cea care oferă capacitatea maximă de stocare a energiei este celula zinc-aer. Un motiv ar fi că o parte a substanțelor chimice de care are nevoie se găsește în exterior. Bateriile zinc-aer folosesc oxigenul din

atmosferă pe post de reactant catodic, de unde și cuvântul „aer“ din nume. În carcasa bateriei există mici orificii care permit aerului să reacționeze cu un anod de zinc printr-un electrolit din hidroxid de potasiu foarte conductiv.

Deși au fost destinate inițial folosirii în bateriile primare, bateriile zinc-aer s-au caracterizat printr-o durată de înmagazinare lungă și stabilă, în condițiile în care erau izolate de contactul cu aerul (deci inactive). O celulă zinc-aer etanșată pierde numai 2 procente din capacitate după un an de înmagazinare. Producătorii de baterii au adaptat tehnologia zinc-aer și pentru bateriile secundare. Celulele zinc-aer funcționează cel mai bine când sunt folosite frecvent sau continuu în situații de descărcare redusă. Principalul dezavantaj al bateriilor zinc-aer este însă rezistența internă mare; aceasta înseamnă că bateriile de acest tip trebuie să aibă dimensiuni mari pentru a satisface cerințele mari de curent; pentru PC-urile notebook, înseamnă o baterie suplimentară în afara PC-ului propriu-zis.

Celulele secundare zinc-aer sunt atât de noi, încât foarte puține modele au fost adaptate la acumulatoarele calculatoarelor portabile. Unul dintre primele produse a fost PowerSlice XL, dezvoltat împreună de firmele Hewlett-Packard și AER Energy Resources pentru PC-ul notebook HP OmniBook 600. Această baterie externă de 3,3 kilograme poate alimenta calculatorul OmniBook timp de 12 ore.

## Standarde

În ciuda aparențelor, cele mai multe baterii reîncărcabile utilizate de PC-urile notebook au dimensiuni standard. Totuși, producătorii de calculatoare asamblează aceste baterii de dimensiune standard în module personalizate, care nu încap decât într-un singur model de calculator. În mod obișnuit, nu puteți să schimbați bateriile din modul, iar în cazul în care ceva nu merge normal, trebuie să achiziționați un modul similar.

Încercările de standardizare a bateriilor pentru PC-urile notebook au eșuat, o dovadă în acest sens fiind și dispariția modelelor „standard“ Duracell. Producătorii de PC-uri și-au dat seama că celulele proprietare sunt mai profitabile. Ei introduc celulele individuale (care nu valorează decât câțiva dolari) într-o carcasă ieftină și neregulată din plastic și vând ansamblul rezultat cu cel puțin o sută de dolari.

Pentru înlocuirea sau repararea bateriei de alimentare a PC-ului portabil, puteți să subminați eforturile producătorului de a beneficia de profituri de pe urma modelului proprietar. Bateriile individuale din pachetele cu format specific utilizate de mulți producători de calculatoare notebook conțin câteva celule de dimensiune standard. Dacă sunteți dispus să răspundeți la o provocare, puteți să dezasamblați pachetele, să scoateți celulele individuale (care arată ca niște baterii obișnuite de lanternă, numai că sunt mai mici și nu au etichete) și să le înlocuiți cu celule noi. Rețineți și următoarele avertismente: pentru creșterea fiabilității, aceste celule sunt lipite între ele, astfel că pentru înlocuirea bateriilor veți avea nevoie de cunoștințe de utilizare a unui pistol de lipit. În plus, ar trebui să înlocuiți toate celulele dintr-o baterie în același timp. Nu schimbați niciodată o singură celulă. Înlocuiți întotdeauna celulele cu produse având aceeași tehnologie și capacitate echivalentă – bateriile mai noi sunt mai inteligente și nu permit oricărui mocofan să se amestece în treburile lor, astfel că înlocuirile pe care le faceți trebuie să fie foarte exacte.

## Specificațiile Smart Battery

Bateriile reîncărcabile au o grămadă de probleme. Dacă le descărcați prea mult, le distrugeți. Dacă le încărcați prea mult, le distrugeți. Dacă le încărcați insuficient, veți dori să vă sinucideți când se vor descărca la jumătatea unei călătorii în care aveți de terminat un raport important.

Încărcarea și monitorizarea stării de încărcare a bateriilor a fost întotdeauna problematică. Caracteristicile de capacitate și încărcare variază cu tipul de baterie și pe întreaga durată de viață a unei baterii.

Cele mai inteligente alimentatoare pentru bateriile convenționale monitorizează nu numai tensiunea, ci și temperatura bateriilor, deoarece creșterea în temperatură este cea mai bună indicație că încărcarea s-a terminat. Chiar și această creștere variază în funcție de elementele chimice ale bateriei; de aceea, o baterie nicad și o baterie NiMH au caracteristici diferite – și confuze – de temperatură, care ar putea determina un alimentator să confunde un tip de baterie cu celălalt și să producă deteriorarea bateriei.

Standardul Smart Battery, realizat în comun de firmele Duracell și Intel, publicat pentru prima dată cu numele Smart Battery Data Specification, Version 1.0, la data de 15 februarie 1995, elimină aceste probleme dotând bateriile cu componente suficient de inteligente pentru a raporta starea curentă. Când este cuplat la un alimentator cu un grad de inteligență echivalent, care respectă specificația Smart Charger, sistemul Smart Battery se încarcă perfect de fiecare dată, fără să mai apară probleme de supraîncărcare.

Sistemul Smart Battery definește un standard cu mai multe niveluri, care împarte această „inteligență" între baterie, alimentator și PC-ul dumneavoastră. Acesta oferă o legătură de comunicație ieftină între ele – magistrala de gestionare a sistemului (System Management Bus), echivalentul magistralei ACCESS.bus –, un protocol pentru schimbul de mesaje și chiar formatele mesajelor.

Smart Battery Data Specification precizează informațiile pe care o baterie le poate transmite către alimentatorul propriu și formatul de mesaj pentru efectuarea acestei operații. Printre datele pe care o baterie le poate transmite se numără compoziția chimică, capacitatea, tensiunea nominală și chiar dimensiunile fizice. Mesajele pot conține nu numai informații despre starea curentă a alimentatorului bateriei, ci și despre numărul de cicluri de încărcare/descărcare parcurse de baterie, pentru ca alimentatorul să poată monitoriza evoluția pe termen lung. Specificația este independentă de compoziția chimică a bateriei și chiar de ansamblul de circuite folosite pentru a implementa funcțiile acesteia. Ceea ce contează este conexiunea (System Management Bus) și mesajele transmise de baterie.

Standardul referitor la baterie este completat de specificația Smart Battery Charger, care, pe lângă descrierea datelor schimbate între alimentator și baterie, definește și relația dintre Smart Battery și diferite modele de alimentatoare.

În completarea sistemului este o descriere a magistralei de gestionare a sistemului (System Management Bus) și a unui standard de interfață BIOS corespunzător, care asigură un sistem de control comun pentru legarea la software-ul și sistemul de operare de pe PC.

## Bateriile de ceas

Aproape toate PC-urile comercializate după anul 1984 (când a apărut pe piață modelul AT) includ printre circuitele de pe placa de bază un ceas intern. Acest ceas trebuie să funcționeze continuu, chiar și când calculatorul este oprit sau nealimentat, pentru a păstra informațiile corecte despre ore, zile și eoni. Sursa de alimentare necesară este o baterie foarte mică.

Producătorii au ales metode diferite pentru alimentarea ceasului intern al calculatorului. Unii plasează baterii primare din litiu într-un stativ din plastic, accesibil pe panoul din

spate al unității centrale. Majoritatea producătorilor de calculatoare plasează însă bateriile în interior, deseori foarte ascunse, dacă nu chiar inaccesibile. Multe dintre mașinile moderne folosesc module de ceas integrate, de genul celor realizate de firma Dallas Semiconductor, care conțin mici celule din litiu încorporate în module din plastic. Unele mașini permit utilizatorilor să înlocuiască aceste module; în altele sunt lipite pe placă. Deoarece modulele sunt garantate pentru o funcționare de 10 ani, teoretic nu ar trebui să înlocuiți nici unul dintre ele în timpul scurtei perioade în care PC-ul dumneavoastră este util.

Celulele cu litiu au câteva caracteristici demne de remarcat. În primul rând, oferă o densitate mare de energie, înmagazinând o cantitate mare pentru o dimensiune relativ redusă. În plus, au o durată de funcționare foarte lungă. În timp ce celulele uscate zinc-carbon convenționale își pierd potențialul după un an, chiar dacă nu sunt utilizate, celulele cu litiu își păstrează conținutul de energie aproximativ zece ani. Aceste calități determină alegerea celulelor cu litiu pentru alimentarea ceasurilor, deoarece circuitele de ceas cu semiconductoare existente în prezent consumă o cantitate infimă de energie – atât de mică, încât dacă bateria și circuitul sunt alese corespunzător, durata de viață a bateriei devine aproape egală cu durata de funcționare.

Principalul dezavantaj al acestor celule cu litiu este că sunt scumpe și, deseori, greu de procurat. Un alt dezavantaj este că metalele folosite în aceste celule produc o tensiune de ieșire de trei volți pe celulă. O baterie cu o singură celulă cu litiu produce o tensiune prea mică pentru funcționarea circuitelor digitale standard; o baterie cu două celule cu litiu produce o tensiune prea mare.

Desigur, proiectanții pot stabiliza excesul de tensiune și procedează în consecință. Însă modelele de regulatoare proiectate necorespunzător disipă mai multă energie decât este nevoie, reducând dramatic durata de viață a bateriei. Unele PC-uri sunt afectate de această problemă de proiectare și ca urmare provoacă scurtarea dramatică a duratei de viață a bateriei.

Mulți producători de calculatoare evită utilizarea bateriilor cu litiu, care sunt scumpe și greu de procurat, și preferă să adauge suporturi de baterie pentru patru celule tip AA. Deoarece celulele zinc-carbon și alcaline produc fiecare câte 1,5 volți, un pachet de patru celule produce șase volți, la fel ca o baterie cu litiu cu celule duble și poate fi afectat de aceleași probleme în PC-urile proiectate greșit – problemele pot fi și mai mari pentru că celulele au durate de viață mai scurte. Un pachet de trei celule AA produce 4,5 volți, tensiune adecvată pentru cele mai multe circuite de ceas și care nu trebuie redusă prin stabilizare. Există și module de baterii alcaline speciale pentru PC-uri, care combină trei celule obișnuite într-un pachet, având și un conector corespunzător pentru cuplarea pe plăcile de bază.

## Alimentarea calculatoarelor notebook

Bateriile calculatoarelor portabile trebuie să asigure îndeplinirea unor condiții contradictorii; trebuie să producă energie cât mai multă, să dureze cât mai mult timp posibil și, pe deasupra, să fie cât mai mici și mai ușoare. Desigur, deoarece este imposibil să fie asigurate simultan toate aceste cerințe, bateriile calculatoarelor portabile sunt întotdeauna rezultatul unui compromis.

Pentru calculatoarele notebook și subnotebook sunt folosite toate cele trei tipuri mai răspândite de baterii de acumulatoare – plumb-acid, nicad și nichel-hidrură. Din perspectiva dumneavoastră de utilizator final, nu contează tehnologia aplicată cât timp PC-ul pe care îl folosiți și îl cărați peste tot fără prea mult efort este alimentat cu energie.

Sunt șanse mari să vedeți în perioada următoare o creștere a numărului de calculatoare portabile care folosesc baterii nichel-hidrură de metal, datorită densității mari de stocare și compoziției puțin riscante a acestora.

Carcasele bateriilor folosite de calculatoarele notebook sunt concepute, în general, de producătorii acestor calculatoare. Aceste modele personalizate permit o integrare mai bună a bateriei cu restul elementelor calculatorului. De asemenea, utilizatorul devine dependent de producătorul calculatorului pentru înlocuirea bateriilor (cele mai multe baterii conțin celule de dimensiuni standard. Puteți să deschideți bateria și să înlocuiți celulele, însă nu prea merită efortul).

Această situație este în schimbare. Unul dintre producătorii de baterii (Duracell) a propus dimensiuni standard pentru bateriile reîncărcabile destinate calculatoarelor notebook.

În afară de tipul sau dimensiunile bateriei, cea mai importantă problemă este atenția pe care o acordați bateriilor calculatorului. Dacă aveți grijă de bateriile PC-ului dumneavoastră, ele vor ține mult – atât din punct de vedere al timpului de funcționare pentru fiecare încărcare, cât și din punctul de vedere al duratei de viață.

## Siguranța bateriei

Curentul maxim care poate fi produs de orice baterie este limitat de rezistența sa internă. Bateriile zinc-carbon au o rezistență relativ ridicată și produc curenți de valori mici, de ordinul a câteva sute de miliamperi. Bateriile plumb-acid, nichel-cadmiu și nichel-hidrură au rezistențe interne foarte mici și pot produce curenți mari. Dacă realizați un scurtcircuit între bornele unei baterii de acest tip, materialul utilizat va suferi o încălzire rezistivă (indiferent dacă folosiți fire, o bandă metalică sau o monedă din buzunar). De exemplu, puteți topi o cheie dacă o puneți între bornele unei baterii complet încărcate. Sau puteți declanșa un incendiu dacă scurtcircuitați din greșeală terminalele bateriei nichel-cadmiu de rezervă a calculatorului notebook sau subnotebook. Aveți mare grijă și evitați atingerea oricăror materiale de bornele bateriei (mai puțin contactele PC-ului notebook).

În orice baterie încărcată are loc procesul denumit electroliză. Dacă vă mai amintiți experimentele de fizică și chimie pe care le făceați în liceu, electroliza este operația pe care o efectuați pentru a transforma apa obișnuită în hidrogen și oxigen cu ajutorul electricității. Hidrogenul este un gaz exploziv; oxigenul este un oxidant. Ambele elemente sunt produse în procesul de încărcare a bateriilor. În mod normal, aceste gaze sunt absorbite de baterie înainte de a putea intra în vreo reacție (cum ar fi o explozie), însă un curent de încărcare prea înalt (cum este cel rezultat prin aplicarea unei tensiuni prea ridicate) poate determina acumularea acestora. Aceeași acumulare de gaz se produce și din încercarea de a încărca o baterie primară. Principalul efect poate fi explozia bateriei, datorată unei presiuni interne prea ridicate sau arderii gazelor. Chiar dacă bateria nu este distrusă definitiv, durata sa de funcționare va fi mult redusă. Cu alte cuvinte, se recomandă utilizarea doar a alimentatorului furnizat împreună cu bateria PC-ului portabil; nu încercați niciodată să amestecați lucrurile.

Aproape toate bateriile conțin substanțe chimice nocive. Chiar și bateriile zinc-carbon conțin mangan, despre care se știe că este periculos. Toate bateriile sunt periculoase într-un fel pentru mediu, astfel că este bine să le aruncați doar în locurile special amenajate. Unii producători au început să furnizeze și mijloace de reciclare a bateriilor. Îi încurajați dacă achiziționați produsele lor.

## Surse de alimentare pentru PC-urile desktop

În cele mai multe PC-uri, sursele de alimentare reprezintă un subansamblu independent, care se fixează foarte simplu pe carcasă și se conectează la placa de bază și la alte dispozitive care au nevoie de curent electric. Sursa de alimentare este plasată într-o carcasă din metal perforat, cu orificii care permit ieșirea căldurii și vă împiedică să o atingeți.

De fapt, unul dintre cele mai mari avantaje ale modelului original îl constituie siguranța oferită de sursa de alimentare independentă și bine protejată din PC. Toate tensiunile periculoase pentru om – în special tensiunea de linie – rămân în interiorul cutiei metalice care închide sursa de alimentare. Pe placa de bază și pe plăcile de extensie din PC-ul dumneavoastră nu ajung decât tensiunile mici, inofensive. Puteți introduce o placă de extensie în calculator chiar când sistemul este pornit, fără să vă electrocutați (deși s-ar putea să vă ardeți cu vreun circuit semiconductor încins sau să vă înțepați la degete într-un conector ascuțit).

Scoaterea unei plăci de extensie din slotul unui calculator pornit nu este recomandată, în primul rând pentru a proteja circuitele calculatorului. Această operație poate pune în contact anumiți pini ai conectorului slotului, chiar dacă pentru scurt timp. Rezultatul poate fi acela că circuitele de pe placa respectivă (și chiar circuitele de pe placa de bază a calculatorului) pot fi alimentate cu tensiuni prea mari, care le pot distruge. Aceste surprize pot apărea mai ales în sistemele EISA, din cauza tipurilor noi de conectoare de extensie ale acesteia. Cu alte cuvinte, nu se recomandă conectarea sau scoaterea unei plăci de extensie dintr-un PC pornit. Deși operația respectivă se poate încheia cu bine, urmările unei mici defecțiuni ar trebui să fie un motiv suficient pentru a vă tempera nerăbdarea.

În cele mai multe PC-uri, sursa de alimentare are și o funcție secundară. Ventilatorul care răcește circuitele sursei de alimentare produce și curentul de aer care răcește restul sistemului. Acest ventilator creează și cel mai mult zgomot într-un PC care lucrează. În general, ventilatorul sursei de alimentare are funcția de evacuare – elimină aerul. Aerul este aspirat din spațiul din interiorul sistemului prin orificiile existente în carcasa sursei de alimentare. Astfel, praful care pătrunde o dată cu aerul în calculatorul dumneavoastră se poate așeza oriunde pe placa de bază până când este aspirat de sursa de alimentare.

PC-urile tradiționale au respectat două standarde pentru sursele de alimentare – modelele de dimensiune XT și de dimensiune AT. Principala diferență a reprezentat-o spațiul disponibil în carcasă. Specificația ATX a introdus pe piață un model nou, care a devenit obișnuit pentru sistemele care respectă acest standard.

# Gestionarea consumului de energie

Deoarece în viitorul apropiat nu se întrevăd evoluții spectaculoase în ceea ce privește densitatea de stocare a bateriilor, producătorii de PC-uri se bizuie pe o reducere a consumului de curent pentru calculatoarele notebook în vederea creșterii timpului de autonomie al mașinilor de acest tip (adică timpul de operare între încărcările periodice ale bateriei).

Pentru a reduce consumul de curent al calculatoarelor personale pot fi aplicate două strategii principale. Prima ar fi proiectarea de circuite și componente care să utilizeze mai puțină energie, iar a doua – gestionarea energiei folosite de dispozitive. Gestionarea energiei presupune de obicei dezactivarea componentelor de sistem care nu sunt folosite la un moment dat. Deși cele două metode de proiectare pot fi folosite separat, în mod normal sunt aplicate împreună, în scopul reducerii consumului de energie din PC cât mai mult posibil.

Microprocesoarele, care sunt circuitele cele mai mari consumatoare de energie dintr-un PC, au fost printre primele dispozitive la care a fost prevăzută funcția internă de gestionare a consumului. Modul de gestionare a sistemului (System Management Mode) acordă procesoarelor facilitatea de a încetini și de a opri circuitele care nu sunt folosite la un moment dat. În mod similar, producătorii de unități de hard-disc au prevăzut pentru acestea moduri de activitate redusă, în care se opresc platanele și se reduce consumul de energie. Cele mai multe PC-uri includ acum contoare de timp, care întunecă ecranele monitoarelor în scopul economisirii energiei.

Deși prin aplicarea acestor tehnici se pot obține rezultate foarte bune în reducerea consumului de energie, s-a simțit lipsa unui sistem de control unificat. Ca răspuns la această cerere, domeniul de specialitate a dezvoltat interfața Advanced Power Management, care are rolul de a oferi un control total sistemelor de reducere a consumului de energie din PC-uri. Recent, APM a fost modernizată și îmbunătățită prin specificația Advanced Configuration and Power Interface.

## Advanced Power Management

Specificația pentru interfața Advanced Power Management a fost realizată împreună de firmele Intel și Microsoft și are rolul de a integra controlul funcțiilor hardware de reducere a consumului de energie cu controlul software. Această specificație a fost publicată prima dată în luna ianuarie 1992, cu numele APM BIOS Interface Specification, iar versiunea curentă, 1.2, a fost publicată în februarie 1996.

Deși este recomandată ca o interfață BIOS, specificația APM descrie un sistem de control ierarhizat, care vizează reducerea consumului de energie de către componentele calculatorului și folosește atât interfața BIOS, cât și interfața API. Pentru a fi complet funcțional, sistemul APM are nevoie de o memorie BIOS compatibilă și de dispozitive hardware care recunosc controlul APM. În plus, dispozitivele hardware pot avea funcții încorporate de gestionare automată a consumului de energie, care nu sunt controlate de software-ul PC-ului dumneavoastră. De exemplu, după o anumită perioadă în care nu a fost accesată, o unitate de hard-disc poate întrerupe automat alimentarea cu energie, fără să primească o comandă în acest sens de la calculator. Specificația APM tolerează aceste funcții interne și nu intervine asupra lor.

### Stările

APM este o facilitate a întregului sistem. Cu toate că are posibilitatea de a controla individual caracteristicile fiecărui dispozitiv gestionat, modelul de bază APM controlează toate dispozitivele împreună, în scopul economisirii energiei. Acest sistem gestionează consumul de energie din sistem prin comutarea PC-ului din modul de operare complet în *stările APM*. APM comută starea de operare a sistemului pe baza cerințelor acestuia, determinate printr-o combinație de comenzi software și evenimente. Diferitele stări APM asigură cinci niveluri de economisire a energiei. În specificația APM, fiecare nivel a primit un nume specific de stare.

Pe primul nivel, starea *activ complet (Full On)*, sistemul operează cu consum complet de energie, fără nici un fel de gestionare a acestuia. Software-ul APM nu este activ și nu se poate obține nici un fel de reducere a consumului. Un sistem fără APM sau care are funcțiile APM dezactivate se găsește în starea activ complet.

Când sistemul APM este activ, toate dispozitivele funcționează în modurile normale de consum de enegie. Sistemul este activ și este pregătit de lucru, operând în starea denumită de specificație *APM activ* (*APM Enabled)*.

În starea *APM în așteptare* (*APM Standby)*, microprocesorul poate fi oprit și multe dispozitive din sistem sunt deconectate de la sursă sau operează cu consum redus de energie. În mod normal, sistemul nu poate prelucra date, însă informațiile din memorie sunt păstrate, iar starea tuturor dispozitivelor este conservată. Când activitatea dumneavoastră sau un alt fel de eveniment solicită sistemul (de exemplu apăsarea unei taste, deplasarea mouse-ului sau o comandă din rețea), PC-ul trece rapid din starea în așteptare în starea activă.

În starea *APM suspendat (APM Suspend)*, sistemul trece practic în modul de reducere maximă a consumului de energie – cea mai mare parte dintre dispozitivele care respectă standardul APM sunt deconectate de la sursa de alimentare, iar microprocesorul trece în starea de consum minim de energie, având ceasul dezactivat. PC-ul dumneavoastră intră într-o stare de vegetare.

*Hibernarea (Hibernation)* este o implementare specială a stării de suspendare, care permite sistemului să fie complet dezactivat și totuși să poată reveni la punctul în care a intrat în starea de suspendare. La intrarea în starea de suspendare, sistemul salvează toți parametrii de operare. La intrarea în hibernare, sistemul copiază memoria și celelalte date de stare pe un suport de memorare nevolatil (cum ar fi hard-discul), permițând astfel și dezactivarea alimentării memoriei. Un eveniment de sistem poate aduce sistemul din starea de suspendare sau din hibernare în starea activă, însă trecerea de la modul suspendat la modul activ durează cu mult mai mult decât trecerea din starea în așteptare în starea activă.

*Starea inactivă (Off)* este exact ceea ce sugerează numele. Sistemul este deconectat complet. Calculatorul este acum mai mult mineral decât vegetal. Singurul eveniment care activează sistemul este pornirea acestuia. Dacă introduceți direct starea inactivă – de exemplu, prin oprirea PC-ului – nu mai sunt salvate informațiile de stare și nici datele din memorie. Sistemul trebuie să parcurgă din nou întregul proces de încărcare și începe o nouă sesiune de lucru.

## Structură

Interfața APM adaugă un sistem de control ierarhizat, care vă oferă dumneavoastră, programelor software și dispozitivelor hardware un mecanism de trecere manuală sau automată de la o stare la alta.

Nivelul (stratul) de jos al sistemului este *APM BIOS*, care pune la dispoziție o interfață software obișnuită de control al dispozitivelor hardware conforme specificației. Interfața APM specifică faptul că sistemul BIOS are cel puțin o interfață în mod real care implementează funcțiile cu ajutorul întreruperii 15(Hex). În plus, memoria APM BIOS poate folosi și modul protejat pe 16 sau pe 32 biți, bazându-se pe punctele de intrare returnate de apelul de conexiune în modul protejat cu ajutorul întreruperii de mod real.

APM BIOS are rolul de a gestiona alimentarea plăcii de bază. Codul său este specific pentru fiecare placă de bază în parte. Conform specificației APM, APM BIOS poate opera independent de alte niveluri APM în scopul obținerii unor reduceri proprii ale consumului de energie în sistem. Pentru a prelua gestionarea alimentării, sistemul de operare al PC-ului dumneavoastră poate dezactiva acest control intern APM BIOS, folosind însă în continuare funcțiile interfeței APM BIOS pentru a controla caracteristicile hardware.

Legătura dintre APM BIOS și sistemul de operare este APM Driver. Driverul pune la dispoziție un set de apeluri de funcții către sistemul de operare, care sunt transferate

către întreruperile BIOS. Driverul este mai mult decât un translator. Acest program este complet interactiv atât cu BIOS-ul, cât și cu sistemul de operare. De exemplu, BIOS-ul poate genera propria sa cerere de oprire a sistemului, iar driverul verifică împreună cu sistemul de operare dacă această operație trebuie permisă sau nu.

Sistemul APM include o procedură de protejare la pene. Driverul APM trebuie să interacționeze cu BIOS-ul cel puțin o dată pe secundă. Dacă această comunicare nu are loc, după a doua secundă BIOS-ul presupune că sistemul de operare nu mai funcționează corect și preia controlul. Driverul poate recâștiga controlul prin trimiterea către BIOS a comenzilor corespunzătoare (întreruperi).

Există câteva evenimente de sistem, numite *apeluri de trezire (wake-up calls)*, care pot cere sistemului APM să comute între modurile de lucru. Întreruperile generate de astfel de evenimente (cum ar fi apăsarea butonului de revenire, detectarea de către modem a unui apel telefonic sau stabilirea unei alarme cu ajutorul ceasului de timp real) pot comanda interfeței APM BIOS să treacă sistemul din starea de suspendare în starea activă.

## Modul de operare

Toate funcțiile de întreruperi APM în mod real cer ca registrul AH al microprocesorului să fie completat cu valoarea 53(Hex), stabilind astfel că funcția este specifică pentru APM. După aceasta, registrul AL definește funcția care trebuie executată. Alți regiștri indică ce dispozitive din sistem sunt implicate (microprocesorul sau alte componente) și parametrii comenzii. De exemplu, pentru a trece sistemul din starea activă în starea APM activ, sistemul de operare poate folosi întreruperea 15(Hex), cu valoarea 53(Hex) în registrul AH și 08(Hex) în registrul AL. Registrul BX identifică dispozitivele care vor fi afectate, iar registrul CX comunică BIOS-ului să permită (prin valoarea 0001) sau să dezactiveze (prin valoarea 0000) gestionarea consumului de energie. În Tabelul 25.3 sunt prezentate cele 17 funcții definite pentru APM BIOS.

**Tabelul 25.3** Funcțiile de întrerupere APM în modul real

| *Valoare AH* | *Funcție* |
|---|---|
| 00(Hex) | Verifică instalarea APM |
| 01(Hex) | Conectează interfața APM în modul real |
| 02(Hex) | Conectează interfața APM în modul protejat pe 16 biți |
| 03(Hex) | Conectează interfața APM în modul protejat pe 32 biți |
| 04(Hex) | Deconectează interfața APM |
| 05(Hex) | Unitatea centrală de prelucrare este în așteptare |
| 06(Hex) | Unitatea centrală de prelucrare este ocupată |
| 07(Hex) | Stabilește starea alimentării cu energie |
| 08(Hex) | Activează/dezactivează gestionarea alimentării cu energie |
| 09(Hex) | Reface parametrii din starea activă |
| 0A(Hex) | Preia starea alimentării cu energie |
| 0B(Hex) | Preia evenimentul de alimentare gestionat |
| 0C(Hex) | Preia starea alimentării cu energie |

| *Valoare AH* | *Funcție* |
|---|---|
| 0D(Hex) | Activează/dezactivează gestionarea dispozitivelor |
| 0E(Hex) | Versiunea driverului APM |
| 0F(Hex) | Angajează/anulează gestionarea alimentării cu energie |
| 10(Hex) | Preia facilitățile |
| 11(Hex) | Preia/stabilește/dezactivează revenirea contorului de timp |
| 12(Hex) | Activează/dezactivează revenirea la apariția semnalului de apel telefonic |
| 13(Hex) | Activează/dezactivează cererile referitoare la contorul de timp |
| 80(Hex) | Funcție APM OEM |

Prin încărcarea în registrul BX a valorii corespunzătoare, driverul sau sistemul de operare pot comanda un dispozitiv individual, o clasă de dispozitive sau întregul sistem APM. Clasele de dispozitive includ unitățile de stocare masivă, sistemul de afișare, porturile seriale, porturile paralele, adaptoarele de rețea și soclurile PC Card.

Pentru a determina corect starea dispozitivelor din sistem, modelul APM cere ca BIOS-ul să fie interogat ciclic cel puțin o dată pe secundă. Driverul APM monitorizează starea evenimentelor de alimentare gestionate prin registrul 0B(Hex), iar BIOS-ul răspunde trimițând driverului, prin registrul BX, un cod de eveniment. Desigur, în secunda dintre interogările ciclice pot avea loc mai multe evenimente. Pentru a trata mai multe evenimente, driverul interoghează BIOS-ul de mai multe ori. BIOS-ul raportează secvențial fiecare eveniment. În situația în care BIOS-ul nu mai are evenimente de raportat, driverul anulează operația de interogare. În Tabelul 25.4 sunt prezentate evenimentele APM de gestionare a alimentării cu energie.

**Tabelul 25.4** Evenimente APM de gestionare a alimentării cu energie

| *Valoare BX* | *Eveniment* |
|---|---|
| 0001(Hex) | Cererea stării de așteptare pentru sistem |
| 0002(Hex) | Cererea stării de suspendare pentru sistem |
| 0003(Hex) | Revenire normală a sistemului |
| 0004(Hex) | Revenire critică a sistemului |
| 0005(Hex) | Baterie cu grad mic de încărcare |
| 0006(Hex) | Modificarea stării alimentării cu energie |
| 0007(Hex) | Actualizare timp |
| 0008(Hex) | Suspendare critică a sistemului |
| 0009(Hex) | Solicitarea de către utilizator a stării de așteptare a sistemului |
| 000A(Hex) | Solicitarea de către utilizator a stării de suspendare a sistemului |
| 000B(Hex) | Revenire în așteptare a sistemului |
| 000C(Hex) | Modificarea capacităților |
| 000D la 00FF(Hex) | Evenimente de sistem rezervate |

*continuare*

**Tabelul 25.4** Continuare

| *Valoare BX* | *Eveniment* |
|---|---|
| 0100 la 01FF(Hex) | Evenimente de dispozitiv rezervate |
| 0200 la 02FF(Hex) | Evenimente APM definite OEM |
| 0300 la FFFF(Hex) | Zonă rezervată |

Driverul poate efectua de unul singur o acțiune pe care o consideră necesară sau poate transmite informațiile obținute către sistemul de operare, care va analiza situația și va lua deciziile corespunzătoare.

## Advanced Configuration and Power Interface

Următoarea generație de instrumente de gestionare a consumului de energie va integra componentele hardware din PC și sistemele de operare într-un ansamblu care cooperează total pentru reducerea consumului de energie, denumit *Advanced Configuration and Power Interface.* Acest nou standard, dezvoltat în cooperare de firmele Intel, Microsoft și Toshiba, este realizat pe baza interfeței APM și are scopul de a include și sistemul de operare sub controlul sistemului de gestionare a consumului de energie. Versiunea 1.0 a fost lansată oficial în decembrie 1996.

ACPI este o parte integrantă a inițiativei *OnNow* a firmei Microsoft, care încearcă să minimizeze întârzierile inerente în procesele de pornire și de oprire a unui PC încărcat cu informații suplimentare de ordinul megaocteților necesare sistemului de operare, pentru a permite PC-ului să execute taskuri când pare să fie oprit și pentru a reduce necesarul total de energie al calculatorului. Noile sisteme de operare au nevoie de timp pentru a testa PC-ul gazdă, pentru a verifica dispozitivele Plug-and-Play și pentru a configura structurile de lucru. Aceste funcții se execută atât de greu, încât repornirea unui sistem de operare modern dintr-o stare intermediară este similară cu pornirea sistemului de la zero. Inițiativa OnNow caută să elimine această așteptare. În același timp, această inițiativă promite să integreze interfețele de gestionare a alimentării cu energie și de configurare ale sistemelor de operare moderne (este vorba în special de sistemele Windows), astfel încât programatorii să poată scrie conform unui standard comun.

Pentru realizarea practică a acestor facilități, modelul OnNow mută sistemul de operare către centrul de gestionare a consumului de energie cu ajutorul interfeței ACPI și construiește o structură tabelară nouă pentru stocarea și organizarea informațiilor de configurare.

Ca sistem de gestionare a consumului de energie, specificația ACPI se poate adapta la cerințele oricărui sistem de operare, integrând toate funcțiile de gestionare a alimentării necesare într-un PC, de la nivelul aplicațiilor software și până la nivel hardware. Acest lucru permite sistemului de operare să pornească și să oprească automat calculatorul și să corecteze consumul de energie al oricărui echipament periferic, de la unitățile de hard-disc și până la monitoare și imprimante. Această interfață poate controla și alte dispozitive, care poate vor fi conectate cândva într-un singur sistem – televizoare, echipamente stereo, aparatură video, telefoane și alte aparate electronice. Folosind specificația Smart Battery, sub ACPI sistemul de operare preia comanda operațiilor de încărcare și monitorizare a bateriei. De asemenea, acest sistem poate monitoriza temperatura sistemului, reducând viteza sau oprind un PC supraîncălzit.

Standardul ACPI definește interfața pentru controlul consumului de energie al dispozitivelor și mijloacele de identificare a facilităților hardware. Interfața folosește un set de cinci regiștri hardware care sunt controlați de sistemul de operare printr-o interfață de programare a aplicațiilor de nivel înalt. Elementele descriptive identifică nu numai funcțiile de gestionare a alimentării cu energie, ci și facilitățile dispozitivelor, printr-un set de tabele imbricate. Acest standard completează tehnologia Plug-and-Play, extinzând structura acesteia cu o implementare independentă de arhitectură și înlocuind BIOS-ul Plug-and-Play cu un ACPI BIOS.

## Oprirea soft

Modificarea fundamentală și cea mai vizibilă realizată de ACPI este butonul de pornire (Power) de pe panoul frontal al modelelor noi de PC-uri. În sistemele pregătite să lucreze cu ACPI, acesta reprezintă un comutator soft sau un set de două comutatoare. Deși unul dintre comutatoare poate purta eticheta „Power", semnificând astfel funcția sa de comutator pornit/oprit, în realitate, în schema APCI, comutatorul de alimentare nu are rolul de cuplare/decuplare a alimentării cu energie a sistemului. Acest comutator transmite sistemului comanda de oprire – însă aceasta nu este chiar o operație normală de oprire.

Apăsarea butonului de oprire de pe panoul frontal trece PC-ul într-un mod nou de operare, denumit *oprire soft (soft off)*. În acest mod, calculatorul acționează ca și cum l-ați fi oprit și trebuie să fie repornit pentru a funcționa din nou. Însă acest mod nu anulează complet alimentarea sistemului. Placa de bază și plăcile de extensie continuă să primească o cantitate mică de energie, care le permite să monitorizeze evenimentele externe. De exemplu, placa de rețea va asculta în continuare traficul din rețea pentru a detecta pachetele care îi sunt adresate. Modemul sau placa de fax vor rămâne „adormite" în așteptarea unui apel telefonic. De asemenea, puteți stabili o oră, de exemplu miezul nopții, la care sistemul începe o operație de salvare pe banda magnetică. Când are loc unul dintre aceste evenimente externe, PC-ul trece automat în starea normală pentru tratarea acestuia.

ACPI prevede și varianta în care unii producători plasează pe panoul frontal un *comutator de adormire (sleep switch)*. Prin apăsarea acestui buton, PC-ul trece în modul adormit (de activitate redusă), mod în care este folosită ceva mai multă energie decât în modul oprire soft și se permite sistemului să revină mult mai repede la modul operațional.

## Stările

Ca și sistemul APM, modelul ACPI operează prin comutarea între mai multe moduri, denumite *stări ACPI*. Aceste stări diferă substanțial de cele din standardul APM. În modelul ACPI, există foarte multe stări, grupate în patru tipuri de bază – globale, de inactivitate specială, de microprocesor și de dispozitiv – iar ultimele se subdivid în continuare. ACPI permite sistemului de operare să controleze toate detaliile referitoare la consumul de energie dintr-un PC, comutând fie un singur dispozitiv, fie întregul sistem între aceste stări.

Stările ACPI globale corespund în general cu modurile APM:

**G0** este o stare de lucru, în care PC-ul operează normal. Programele sunt executate activ. Chiar și în starea G0 există însă situații în care sunt oprite automat anumite dispozitive inactive, dar acestea vor reveni rapid la modul normal de operare în momentul în care sunt apelate de sistem.

**G1** este starea de inactivitate, în timpul căreia, deși PC-ul pare oprit – pe ecran nu este vizibilă nici o operație – anumite circuite interne rămân active. Circuitele active

monitorizează periodic evenimentele interne și externe și pot să comute PC-ul înapoi în starea de lucru (atunci când este necesar). Există diferite evenimente de sistem care pot face PC-ul să revină în starea operațională, de exemplu o alarmă de la contorul de timp al sistemului sau un apel pe linia telefonică pentru modem. În specificația ACPI, G1 include mai multe substări, definite în funcție de dispozitivele gestionate. În această stare, standardul permite o mare flexibilitate, care nu se limitează doar la modul și la viteza de revenire în modul normal de operare. În cadrul stării G1 există mai multe stări speciale de inactivitate, care modifică viteza de revenire în scopul reducerii consumului de energie al sistemului.

**G2** este noua stare de oprire soft.

**G3** este starea de oprire completă și este echivalentă cu scoaterea cablului de alimentare din priză.

Semnificația modurilor ACPI de dispozitiv variază în funcție de tipul dispozitivului. Stările diferă în funcție de patru caracteristici principale – cantitatea de energie economisită în starea respectivă comparativ cu modul de operare normal, timpul necesar pentru trecerea dispozitivului din starea respectivă în modul de operare normal, numărul de parametri din modul de operare normal al dispozitivului salvați prin trecerea în starea respectivă și ce trebuie făcut pentru a readuce dispozitivul în modul de operare normal. Toate cele patru stări de dispozitiv au primit nume care încep cu litera „D“, după cum urmează:

**D0** definește starea complet activă, în care dispozitivul operează la viteza maximă, răspunde complet la cereri și consumă cea mai multă energie.

**D1** consumă mai puțină energie decât starea D0. Modul de reducere a consumului de energie depinde de tipul de dispozitiv. În general, dispozitivul poate reveni rapid în starea D0, fără să fie nevoie de reinițializare și fără să se piardă date.

**D2** economisește și mai multă energie față de starea D1 și este la fel de dependentă de dispozitiv. În general, dispozitivul răspunde mai lent. Pentru a reveni în starea D0, poate fi nevoie de reinițializarea dispozitivului sau de parcurgerea secvenței de pornire.

**D3** corespunde cu starea de oprire. Dispozitivul nu mai este alimentat cu energie electrică și nu mai funcționează. Pentru a reveni în modul de operare, trebuie parcursă secvența de pornire. La intrarea în starea D3, nu este salvat nici un parametru al contextului de operare. Deși în această stare se obține cea mai mare reducere a consumului de energie, timpul de revenire în starea D0 este cel mai mare.

În specificația ACPI, microprocesorul este un dispozitiv special care are 4 stări proprii de operare. Acestea sunt:

**C0** semnifică funcționarea procesorului la viteza maximă.

**C1** presupune că microprocesorul se găsește în starea de oprire (halt) și se află sub comanda driverului ACPI, acest lucru neafectând celelalte aspecte ale modului său de operare.

**C2** este starea în care microprocesorul este alimentat cu o cantitate redusă de energie, dar păstrează integritatea memoriilor cache din sistem. Într-un sistem ACPI implementat cu facilități complete, microprocesorul va trece în această stare în situația în care un master de magistrală preia controlul sistemului.

**C3** reprezintă starea în care microprocesorul primește minimum de energie și nu mai poate păstra conținutul memoriei cache.

Starea de inactivitate, definită ca un mod global al sistemului (G1, descris într-un paragraf anterior) nu este o stare unic definită sub ACPI, ci are mai multe niveluri. În PC-uri pot fi implementate una sau mai multe dintre aceste stări de inactivitate, care asigură progresiv economisiri din ce în ce mai mari de energie. Modelul ACPI permite inginerilor să își configureze sistemele astfel încât să treacă treptat de la o stare la alta și să salveze progresiv mai multă energie cu cât este mai mare perioada în care sistemul nu este utilizat.

**S0** nu este o stare de inactivitate, PC-ul fiind complet treaz și operațional.

**S1** oprește microprocesorul, însă menține integritatea completă a sistemului, inclusiv memoria cache. Cele mai multe PC-uri pot ieși din starea S1 instantaneu, practic fără nici o întârziere.

**S2** menține starea microprocesorului și a celorlalte componente din PC cu excepția memoriei cache. PC-ul se poate trezi rapid, pierzând numai câteva cicluri de procesor (până la umplerea memoriei cache), și trece în modul operațional.

**S3** salvează în memorie regiștrii microprocesorului și datele dispozitivelor din sistem, oprește cea mai mare parte dintre componentele sistemului, apoi trece memoria în modul de alimentare minimă (în care este împrospătată, dar nu poate fi citită și nici nu acceptă scrieri). Rămân active numai circuitele necesare pentru repornirea sistemului (inclusiv ceasul în timp real, care trezește sistemul la un moment prestabilit). Deoarece toate datele sunt păstrate în memoria semiconductoare, trezirea este rapidă, durând de obicei numai câteva secunde.

**S4** oprește alimentarea tuturor dispozitivelor din PC. Hardware-ul sistemului nu mai păstrează nici integritatea memoriei, nici contextul de dispozitive. Sistemele de operare conforme standardului ACPI sunt responsabile pentru salvarea acestor informații, salvând de obicei conținutul memoriei și stările dispozitivelor în zone de pe hard-disc. Circuitele de suport pentru memorie sunt oprite pentru economisirea energiei. Trezirea sistemului presupune trecerea tuturor datelor salvate pe disc înapoi în memorie. În cazul sistemelor moderne cu cel puțin 128 MB de memorie RAM, acest proces poate provoca o întârziere de la câteva secunde până la câteva zeci de secunde.

**S5** nu este chiar o stare de inactivitate G2, ci mai mult o condiție G3 de oprire soft. La trecerea în starea S5, sistemul de operare nu salvează informații despre PC. Sistemul trebuie încărcat la fel ca în cazul oricărei alte condiții de oprire soft.

## Configurarea

Pentru a putea îndeplini funcția de configurare, ACPI trebuie să gestioneze o cantitate imensă de date, care nu se referă numai la cerințele de alimentare și la funcțiile de gestionare ale sistemului, ci și la facilitățile disponibile tuturor dispozitivelor conectate la sistem. Interfața ACPI memorează aceste informații într-o ierarhie de tabele.

Tabelul principal complet se numește Root System Description Table (Tabelul de descriere a rădăcinii sistemului). Acest tabel nu are un loc prestabilit în memorie. După încărcarea sistemului de operare, BIOS-ul stabilește un pointer către acest tabel (în timpul scanării memoriei, operație care face parte din procesul de încărcare). Tabelul Root System Description este identificat ușor în memorie, pentru că începe cu semnătura „RSDT“. După semnătură se găsește un tabel de pointeri care comunică sistemului de operare localizarea celorlalte tabele de descriere, care conțin informațiile necesare despre standardele definite pentru sistemul curent și pentru dispozitivele individuale.

Unul dintre tabele se numește *Fixed ACPI Description Table*. În acest tabel, sistemul de operare găsește adresele de bază ale regiștrilor folosiți pentru controlul sistemului de gestionare a consumului de energie. Pe lângă aceste informații, Fixed ACPI Description Table conține și un pointer către Differentiated System Description Table, care include informații variabile despre modelul sistemului de bază. O parte dintre intrările din acest tabel sunt blocuri de definiții diferențiate (Differentiated Definition Blocks), care pot conține date despre un dispozitiv sau chiar despre un program care configurează alte structuri și definește atribute noi. Pentru programarea acestor funcții, ACPI definește propriile sale limbaje.

Sistemul Windows oferă o metodă de control al funcțiilor de alimentare ale sistemelor care suportă standardele APM și ACPI. (Deși Windows 98 suportă ACPI, variantele de Windows NT până la versiunea 4.0 nu au această facilitate).

Puteți să accesați aceste funcții de control cu ajutorul pictogramei Power Management, pe care o veți găsi în dosarul Control Panel din Windows. Facilitățile de control disponibile pe diferitele modele de PC-uri variază datorită flexibilității dovedite de proiectanți în standarde. De obicei, calculatoarele portabile – adică cele care sunt alimentate de la baterii – au mai multe opțiuni de gestionare decât sistemele desktop.

# Protecția alimentării

Tensiunea normală de linie nu are întotdeauna valoarea de 220 V (115 V în Statele Unite) pentru care plătiți. Poate fi un amestec de semnale ciudate, cum ar fi vârfurile de potențial și undele de șoc, combinate cu zgomote, căderi și întreruperi. Nici unul dintre aceste fenomene nu este dorit, iar unele dintre ele pot fi destul de puternice pentru a altera datele sau pentru a provoca stricăciuni calculatorului dumneavoastră. Chiar dacă nu puteți evita astfel de fenomene, vă puteți proteja PC-ul împotriva efectelor acestora.

## Neregularitățile liniei de alimentare cu energie

Problemele rețelei de curent pot fi clasificate în trei categorii de bază: supratensiunea, subtensiunea și zgomotul. Fiecare dintre aceste probleme are propriile cauze și necesită un anumit tip de protecție.

### Supratensiunea

Cele mai mari pericole de poluare a semnalului pe linia de alimentare cu energie electrică sunt supratensiunile – adică vârfurile înalte de potențial de genul fulgerelor, care pătrund în PC-ul dumneavoastră și topesc circuitele din siliciu ale componentelor acestuia. În unele cazuri, stricăciunile nu sunt vizibile – cu excepția situațiilor în care observați foarte clar cum dispare imaginea de pe monitor. Alteori, puteți vedea chiar rămășițele carbonizate rămase în interiorul calculatorului în urma acțiunii supratensiunii.

Așa cum sugerează și numele, supratensiunea introduce în PC-ul dumneavoastră o tensiune mai mare decât cea cu care poate lucra echipamentul respectiv. În general – și pe perioade mai lungi de timp – rețeaua electrică furnizează energie la valori foarte apropiate de ideal, adică valoarea nominală ±10%. Dacă valorile sunt păstrate în această gamă, circuitele de stabilizare a tensiunii interne din PC ar putea stăpâni fluctuațiile semnalului.

Însă în sistem pot intra supratensiuni de durată foarte scurtă cu valori în afara limitei de ±10%, care depășesc posibilitățile de compensare ale dispozitivelor companiilor de electricitate. În plus, multe supratensiuni sunt generate în apropierea calculatorului, chiar în casă sau în birou, iar compania de electricitate nu mai are nici un control asupra lor. Pe

liniile normale au fost măsurate și scurte vârfuri de potențial de până la 25.000 de volți, apărute de obicei din cauza fulgerelor. Un fulger poate induce un vârf de potențial cu efecte distrugătoare pentru PC-ul dumneavoastră chiar fără să atingă linia de alimentare cu energie. Dacă însă fulgerul atinge un conductor, toate aparatele electrice conectate la acel circuit se comportă ca niște pocnitori.

Supratensiunile se împart de obicei în două clase, în funcție de durată. Cele scurte sunt numite vârfuri de potențial sau efecte tranzitorii și durează de la o nanosecundă (a miliarda parte dintr-o secundă) până la o microsecundă (a milioana parte dintr-o secundă). Supratensiunile care durează mai mult sunt numite, de obicei, unde de șoc și pot avea durata de ordinul milisecundelor.

Sunt și cazuri în care companiile de electricitate greșesc și trimit tensiuni prea mari pe linie, făcând becurile să strălucească mai puternic și PC-ul dumneavoastră să ajungă în pragul distrugerii. Aceste fenomene sunt numite simplu supratensiuni.

Cele mai multe calculatoare personale alimentate cu curent alternativ sunt proiectate să reziste cu succes la supratensiuni medii. Cea mai mare parte dintre mașini tolerează scurte unde de șoc în gama de la 800 la 2.000 de volți. Pe de altă parte, cablurile de alimentare și cablajele electrice normale din locuințe și de la birouri ajung la tensiuni cuprinse între 4.000 și 6.000 de volți (prin formarea unor arcuri electrice între firele conductoare). Cu alte cuvinte, cablajele electrice limitează potențialul maxim de supratensiune al PC-ului dumneavoastră la o valoare care nu depășește 6.000 de volți. Undele de șoc mai mari nici nu ajung la calculator.

În afară de intensitate și energie, undele de șoc diferă și prin modul de acțiune. Cablajele electrice moderne sunt realizate cu trei conductoare: unul de fază, unul de nul și unul de împământare. Conductorul de fază este firul pe care circulă semnalul electric, conductorul de nul asigură calea de întoarcere (de închidere a circuitului), iar conductorul de împământare asigură protecția. Evident, firul de împământare este conectat direct la pământ.

Unda de șoc poate apărea între oricare două conductoare: fază și nul, fază și împământare sau nul și împământare. Unda de șoc apărută între conductoarele din prima pereche este numită „de mod normal“. Aceasta reflectă diferența de tensiune dintre conductoarele prin care este alimentat PC-ul dumneavoastră. Dacă apare o undă de șoc dintr-o diferență de tensiune între fază sau nul și împământare, aceasta se numește „de mod comun“.

Undele de șoc cauzate de operațiile de comutare realizate de companiile de electricitate și de fenomenele naturale – de obicei de fulgere – apar în modul normal. Ele trebuie să apară. National Electrical Code cer ca firul de nul și firul de împământare să fie legate împreună la intrarea de serviciu (acolo unde energia electrică furnizată de compania de electricitate intră într-o clădire), ca și la transformatorul de linie, fiind atârnate de obicei de stâlpul telefonic de lângă locuința sau biroul dumneavoastră. În punctul respectiv, semnalul de nul și semnalul de împământare trebuie să aibă același potențial. Astfel, orice undă de șoc externă de mod comun devine undă de mod normal.

Totuși, pot apărea unde de șoc de mod comun într-o clădire în care cablurile dintre prize și intrarea de serviciu sunt foarte lungi, iar rezistența firelor permite ca potențialul de pe conductorul de nul să fie diferit de cel al conductorului de împământare. Cu toate că există multe opinii diferite, o serie de studii recente efectuate în Europa sugerează că undele de șoc de mod comun sunt cele mai periculoase pentru echipamentele de calcul.

(Aceste rezultate se datorează, probabil, și faptului că în Europa legarea firelor de nul și de împământare se face numai în transformator.)

## Subtensiunea

O subtensiune apare atunci când echipamentul electric primește o tensiune mai mică decât cea așteptată. Subtensiunile pot varia de la scăderi de câțiva volți ale tensiunii, care sunt numite căderi sau săgeți ale semnalului, până la întreruperi complete. Aceste fenomene pot fi instantanee sau pot dura ore întregi – sau chiar zile, în cazul în care nu ați mai plătit facturile datorate companiei de electricitate.

Scăderile, săgețile și chiar întreruperile foarte scurte ale semnalelor nu constituie o problemă. Dacă durează mai puțin de câteva zeci de milisecunde – cât ați clipi din ochi – calculatorul dumneavoastră ar trebui să funcționeze ca și cum nu s-ar fi întâmplat nimic. Singurele excepții de la regulă sunt câteva modele mai vechi de calculatoare care au surse de alimentare cu semnale Power Good foarte sensibile. O întrerupere scurtă a alimentării poate dezactiva semnalul Power Good, oprind calculatorul chiar dacă acesta are suficientă energie electrică.

Cele mai multe PC-uri sunt proiectate să facă față la scăderi prelungite ale tensiunii, de până la 20 la sută din valoarea nominală, fără să se oprească. Scăderile mai mari ale tensiunii de alimentare sau întreruperile mai lungi de câteva zeci de milisecunde provoacă oprirea calculatorului. PC-ul dumneavoastră este forțat să pornească din nou, reîncărcând sistemul de operare de la zero. Din păcate, pierdeți tot ceea ce ați lucrat și nu ați salvat înainte de apariția subtensiunii.

## Zgomotul

Zgomotul constituie o problemă supărătoare pentru sursele de alimentare din cele mai multe dispozitive electronice. În această categorie intră toate semnalele parazite preluate de fire la trecerea prin câmpurile electromagnetice. În multe cazuri, aceste semnale pot pătrunde prin circuitele de filtrare ale sursei de alimentare și pot interfera cu semnalele din dispozitivul electric.

De exemplu, cablul de alimentare al unui magnetofon poate să se comporte ca o antenă și să recepționeze un semnal radio puternic. Această emisie de semnal poate pătrunde în circuitele aparatului de înregistrare și poate interfera cu muzica pe care o ascultați. Ca urmare, s-ar putea să ascultați emisiunea unui post de radio suprapusă peste un concert de Mozart.

Teoretic, aceste semnale parazite pot afecta comunicațiile digitale care au loc între circuitele calculatoarelor. Practic, nu au cum. Toate calculatoarele mai bune sunt proiectate să minimizeze dispersia în exterior a semnalelor din interiorul carcaselor, în scopul reducerii la minimum a interferenței calculatorului dumneavoastră cu aparatul radio și televizorul. Același tip de protecție aplicat împotriva semnalelor emise de aparat funcționează foarte bine și împotriva semnalelor care încearcă să pătrundă în acesta. Calculatoarele personale sunt astfel foarte bine protejate împotriva zgomotului de linie. În mod cert, nu veți avea nevoie de nici un filtru de zgomot pentru a vă proteja calculatorul.

Totuși, filtrarea zgomotului nu doare. Cele mai multe dispozitive de protecție a semnalului electric sunt prevăzute cu elemente de filtrare a zgomotelor, deoarece este o componentă ieftină și poate fi considerată un avantaj la vânzare (în special pentru cei care cred că au nevoie de astfel de filtre). Gândiți-vă la această funcție ca la o bonificație. Bucurați-vă de avantajul pe care vi-l oferă (o protecție suplimentară), însă nu este cazul să căutați special dispozitive care au această funcție.

## Protecția la supratensiune

Undele de șoc sunt periculoase pentru PC-ul dumneavoastră, deoarece energia pe care o conțin poate pătrunde prin circuitele semiconductoare mai repede decât poate fi disipată de circuite – joncțiunile din siliciu ale circuitelor integrate din calculator se ard în câteva microsecunde. Dispozitivele de protecție la vârfurile de potențial și la undele de șoc sunt proiectate special pentru a preîntâmpina intrarea în PC a celor mai multe supratensiuni de intensitate mare și de scurtă durată. Aceste dispozitive absorb supratensiunile înainte ca acestea să treacă de pe linia de alimentare cu energie electrică în sursa de alimentare a calculatorului dumneavoastră. În mod normal, limitatoarele de supratensiune sunt conectate între diferitele conductoare ale cablurilor care intră în calculator. Ele conduc electricitatea numai în cazul în care tensiunea de pe firele lor depășește un anumit nivel și au rolul de a scurtcircuita supratensiunea din vârfurile de potențial și din undele de șoc înainte ca acestea să ajungă în PC-ul dumneavoastră. Tensiunea la care un varistor începe să conducă și taie vârfurile de potențial și undele de șoc se numește tensiune de strângere (clamping voltage).

Cele mai importante caracteristici ale dispozitivelor de protecție la supratensiune sunt viteza de lucru și cantitatea de energie pe care o pot disipa. În general, este bine ca sursa să aibă un timp de răspuns mai mic sau o viteză mare de strângere. Timpii de răspuns pot fi de ordinul picosecundelor – milionimi de milionimi de secundă. Dispozitivul de protecție este cu atât mai bun cu cât capacitatea sa de prelucrare a energiei este mai mare. Capacitățile de prelucrare a energiei se măsoară în watt-secunde sau jouli. Pe piață se găsesc și dispozitive despre care se afirmă că au capacitatea de a prelucra milioane de wați într-o secundă.

Există patru tipuri de dispozitive utilizate uzual pentru protecția împotriva undelor de șoc: varistoarele metal-oxid (MOV=Metal Oxide Varistors), tuburile cu gaz, diodele cu efect în avalanșă și circuitele reactive. Fiecare dintre ele are propriile avantaje și dezavantaje. În mod obișnuit, în dispozitivele comerciale de acest gen sunt combinate mai multe tehnologii.

### Varistoarele metal-oxid

Cele mai răspândite dispozitive de protecție la supratensiuni se bazează pe varistoarele metal-oxid sau MOV (Metal Oxide Varistors); aceste componente electronice au formă de disc și sunt realizate de obicei dintr-un strat de particule de oxid de zinc fixat între doi electrozi. Oxidul de zinc granular asigură o rezistență ridicată la fluxul de electricitate, până când tensiunea atinge un punct (nivel) de rupere. După acest punct, curentul electric formează un traseu de rezistență scăzută între particulele de oxid de zinc, care scurtează fluxul electric.

**FIGURA 25.1**
*Un varistor metal-oxid obișnuit.*

Varistoarele metal-oxid sunt cele mai răspândite componente de protecție la supratensiuni pentru că au un preț redus de fabricație și sunt ușor de aplicat într-o situație concretă. Capacitatea lor de manevrare a energiei poate fi crescută prin simpla mărire a dimensiunii dispozitivului. (Varistoarele metal-oxid obișnuite au diametrul de aproximativ 1 inci = 2,54 cm; varistoarele de mare putere pot avea diametrul dublu). În Figura 25.1 este prezentat un varistor metal-oxid obișnuit.

Dezavantajul varistoarelor metal-oxid este că se degradează. Undele de șoc tind să formeze anumite trasee între particulele de oxid de zinc, reducând astfel rezistența la fluxul electric. La un moment dat, varistorul metal-oxid se arde, topindu-se sau (mai des) supraîncălzindu-se până la autodistrugere. Varistorul metal-oxid poate să se scurtcircuiteze prin ardere sau fără nici o modificare a aspectului – cu excepția faptului că nu mai oferă protecție la supratensiuni.

## Tuburile cu gaz

Tuburile cu gaz au un nume prin care se descriu singure: sunt tuburi umplute cu gaze speciale, cu potențial dielectric scăzut, proiectate să se descarce la tensiuni joase anticipate. Arcul intern scurtcircuitează unda de șoc. Tuburile cu gaz pot conduce o cantitate mare de energie – mii de kilowați – și au reacție rapidă, în mod obișnuit în jur de 1 nanosecundă.

Ca dezavantaj, un tub cu gaz nu începe să conducă (și să anuleze o undă de șoc) până când tensiunea aplicată nu atinge o valoare de două până la patru ori mai mare decât valoarea nominală a tubului. Tubul nu disipă energia undei de șoc, ci doar o scurtcircuitează, permițând cablajului să o absoarbă. În plus, tensiunea descărcată de un tub cu gaz poate fi afectată de lumina ambientă (din acest motiv majoritatea producătorilor le protejează de lumină).

Cel mai rău este că atunci când un tub cu gaz începe să conducă, nu mai poate fi oprit. De obicei, un tub cu gaz necesită o inversare a fluxului de curent pentru „stingerea" arcului intern, ceea ce înseamnă că alimentarea PC-ului poate fi întreruptă pe o perioadă de până la 8,33 milisecunde. Uneori, tuburile cu gaz continuă să mai conducă pe durata câtorva cicluri de curent alternativ, destul de mult pentru ca sursa de alimentare a PC-ului să se oprească. (Multe surse de alimentare pentru PC-uri se opresc în cazul în care întreruperile depășesc 18 milisecunde).

## Diodele cu efect în avalanșă

Diodele cu efect în avalanșă sunt circuite semiconductoare similare cu diodele Zener și oferă o rezistență mare la fluxul electric până când tensiunea aplicată pe ele atinge o valoare de rupere. În acest moment, se activează și acționează ca niște conductoare obișnuite pentru scurtcircuitarea curentului aplicat. Diodele cu efect în avalanșă sunt mult mai rapide decât alte dispozitive de protecție, însă au o capacitate limitată, de obicei între 600 și 1.500 de wați.

## Circuitele reactive

Dacă varistoarele metal-oxid, tuburile cu gaz și diodele cu efect în avalanșă au același principiu de operare – scurtcircuitarea undei de șoc înainte ca aceasta să ajungă la PC – limitatorul reactiv de supratensiune este diferit. Un limitator reactiv de supratensiune obișnuit folosește o inductanță mare pentru a rezista la creșterea bruscă de tensiune a unei unde de șoc și pentru a o împrăștia într-o perioadă mai mare de timp. Prin adăugarea unui condensator, reactanța este reglată astfel încât să poată converti supratensiunea într-o formă asemănătoare cu cea a unei unde de curent alternativ. De asemenea, sunt absorbite automat și celelalte zgomote de pe linia de alimentare cu energie.

Din nefericire, această formă de rețea reactivă are câteva dezavantaje mari. În primul rând, nu elimină supratensiunea, ci doar îi împrăștie energia. Apoi, dimensiunea inductorului determină calitatea împrăștierii, deci pentru a obține rezultate eficiente sunt necesare inductoare mari. În plus, dispozitivul nu funcționează decât pentru undele de

șoc de mod normal. De asemenea, reactanța poate provoca o supratensiune de mod comun în cablajul care conduce la dispozitiv, aducând linia de nul la potențialul de masă.

Cele mai multe limitatoare de supratensiune care se găsesc în comerț combină mai multe tehnologii dintre cele prezentate și conțin inclusiv circuite de reducere a zgomotului; cele mai bune limitatoare de supratensiune au mai multe etaje, izolate prin inductoare, în scopul prelungirii duratei de funcționare și îmbunătățirii timpilor de răspuns. Componentele de putere, cum ar fi tuburile cu gaz sau varistoarele de dimensiuni mai mari, formează primul etaj și absorb efectul principal al undei de șoc. Al doilea etaj, care asigură un control mai riguros (conține mai multe varistoare metal-oxid sau diode cu efect în avalanșă) atenuează și mai mult potențialul undei de șoc.

Conform legilor termodinamicii, energia suplimentară dintr-o undă de șoc nu poate să dispară pur și simplu, poate doar să își schimbe forma. În cele mai multe tehnologii de limitare a supratensiunilor (cu excepția dispozitivelor reactive), supratensiunea este convertită în căldură disipată în conductoarele dintre dispozitiv și sursa undei de șoc, dar și în interiorul limitatorului de supratensiune. Energia unei unde de șoc mari poate distruge un limitator de supratensiune, însă acesta își sacrifică existența pentru a vă proteja PC-ul.

Deoarece varistoarele se degradează cumulativ cu fiecare undă de șoc absorbită, ele sunt cele mai sensibile la defectare. În cele din urmă, varistoarele MOV se autodistrug, producând uneori și flamă. Acest eveniment nedorit poate provoca mai mult decât simple defecțiuni electrice în circuitele din calculator: declanșarea unui incendiu – care poate să vă distrugă calculatorul, casa, biroul sau chiar să vă pună viața în pericol. Unii producători (cum ar fi IBM) nu folosesc în sursele de alimentare varistoare metal-oxid, pentru a elimina un pericol potențial de incendiu, pe care îl consideră mai periculos decât defectarea PC-ului.

Un limitator de supratensiune realizat cu varistoare metal-oxid se poate strica și fără să sesizați, încetând să mai absoarbă undele de șoc. Astfel, fără să știți, calculatorul dumneavoastră poate rămâne neprotejat. Există multe modele comerciale de limitatoare de supratensiune care au indicatoare speciale pentru a semnala defectarea unui varistor MOV intern.

În orice caz, este bine să înlocuiți periodic limitatoarele de supratensiune realizate cu varistoare MOV, pentru a fi sigur că funcționează corect și pentru a evita autodefectarea acestora. Frecvența înlocuirii varistoarelor depinde de tratamentul electric aplicat aparatului. În general, pentru funcționarea unei astfel de componente este suficient un interval de câțiva ani.

Există trei dispozitive care vă pot proteja calculatorul împotriva subtensiunilor. Regulatoarele de tensiune mențin variația tensiunilor într-un interval care permite funcționarea normală a PC-ului, însă nu vă oferă nici un fel de protecție împotriva unor scăderi mai mari ale semnalelor sau împotriva întreruperilor în alimentarea cu energie. Protecția împotriva acestor întreruperi este asigurată de sistemele de alimentare de rezervă și de sistemele de alimentare neîntreruptibile (sau UPS).

Regulatoarele de tensiune fac parte din aceeași familie de dispozitive cu cele folosite de companiile de electricitate pentru a păstra tensiunea furnizată consumatorilor la un nivel constant. Aceste regulatoare gigantice sunt compuse din niște transformatoare foarte mari, care au un număr mare de derivații sau prize – ieșiri configurate la niveluri diferite de tensiune. Motoarele conectate la regulatoare mută comutatoarele care selectează

prizele ce furnizează energia la o valoare aproximativ egală cu tensiunea normală de linie. Aceste regulatoare mecanice sunt dispozitive uriașe. Chiar și cel mai mic dintre ele este probabil suficient de mare pentru a ocupa un birou întreg. Mai mult decât atât, sunt foarte lente ca dispozitive electrice și permit căderi de tensiune suficient de lungi pentru a se pierde date.

Pentru a compensa variațiile tensiunii de linie, au fost create regulatoare de tensiune care folosesc elemente semiconductoare. Modul lor de funcționare se aseamănă foarte mult cu cel al sursei de alimentare din interiorul calculatorului, însă pot asigura compensări pentru intervale mai mari de tensiune.

Regulatorul cu reactor saturabil aplică un curent continuu de control pe o bobină suplimentară de control al transformatorului, destul pentru a „satura" miezul transformatorului. După saturare, prin transformator nu mai trece energie. Valoarea de ieșire a transformatorului este corectată prin stabilizarea curentului continuu de control. Aceste dispozitive sunt totuși ineficiente, pentru că se pierde energie pe întregul domeniu de stabilizare.

Regulatoarele cu transformator ferorezonant sunt „reglate" pentru saturare la fel cum sunt reglate aparatele de radio – cu ajutorul unui condensator cuplat în paralel cu o bobină suplimentară. Această reglare face ca transformatorul să reziste în mod natural la orice modificare în tensiune sau frecvență a semnalului de ieșire. Rezultatul este că regulatorul devine o cutie mare cu inerție electrică, în care nu se realizează doar operația de stabilizare, ci și eliminarea unor vârfuri de potențial și reducerea zgomotului de linie.

Calitatea unui regulator de tensiune se măsoară prin capacitatea de stabilizare, care specifică diferența dintre valoarea de ieșire obținută de regulator și tensiunea dorită. Stabilizarea se exprimă de obicei prin variația semnalului de ieșire la o anumită modificare a semnalului de intrare. Gama de valori de intrare permise de un regulator indică variația maximă de tensiune pe care o poate compensa. Acest domeniu de valori ar trebui să depășească variațiile de tensiune care apar de obicei la prizele electrice.

## Protecția la întreruperea curentului

Atât sistemele de alimentare neîntreruptibile, cât și cele de rezervă oferă protecție la întreruperile de curent în același mod. Ele sunt construite pe baza unor baterii puternice care înmagazinează o cantitate substanțială de energie. Invertorul are rolul de a converti curentul continuu din baterii în curent alternativ care poate fi folosit de calculatorul dumneavoastră. În sistem există și un încărcător intern de baterii, care păstrează sursa de alimentare de rezervă încărcată complet în orice moment.

Deoarece cele două sisteme sunt foarte asemănătoare, termenul UPS este folosit deseori incorect pentru a descrie atât sistemele de alimentare neîntreruptibile, cât și pe cele de rezervă. Ele diferă printr-o caracteristică fundamentală: fluxul de electricitate furnizat de un sistem de alimentare de rezervă este întrerupt pentru foarte scurt timp în perioada în care dispozitivul comută de la energia furnizată de compania de electricitate pe propriile rezerve interne. După cum indică și numele, un sistem de alimentare neîntreruptibil elimină orice fel de întrerupere în fluxul de electricitate furnizat dispozitivului pe care îl protejează. În cazul în care PC-ul dumneavoastră este sensibil la întreruperile foarte scurte în alimentarea cu electricitate, această diferență este esențială.

## Sistemele de alimentare de rezervă

Așa cum sugerează și numele, sistemul de alimentare de rezervă este permanent în alertă, așteptând o întrerupere a alimentării pentru a putea trece la acțiune. În condiții normale – când este disponibilă o sursă de electricitate – încărcătorul de baterii preia numai un curent de valoare mică, necesar pentru a păstra încărcată sursa de energie de siguranță. Linia de alimentare cu curent alternativ pentru sistemul de rezervă este conectată direct la priza de ieșire și, de aici, la calculator. Bateriile nu sunt incluse în acest circuit.

La întreruperea alimentării, sursa de rezervă trece la acțiune – cuvântul cheie fiind comutarea. Firele prin care trece curentul în interiorul sursei de alimentare de rezervă (cele prin care este alimentat calculatorul) sunt comutate fizic de la linia companiei de electricitate la curentul furnizat de invertorul alimentat de baterii.

Procesul de comutare are loc într-un interval de timp mic, dar sesizabil. Prima fază este cea în care se detectează căderea sursei de electricitate. Chiar și cei mai rapizi senzori electronici de tensiune au nevoie de un interval infim de timp pentru a detecta întreruperea alimentării cu energie. După detectarea defecțiunii, apare o mică pauză până când calculatorul recepționează noul flux de electricitate, pauză în care are loc acțiunea de comutare. Cele mai multe sisteme de alimentare de rezervă comută destul de rapid dintr-un mod în altul, astfel încât calculatorul nici nu observă eroarea. Există însă și o serie de combinații nereușite de sisteme de alimentare de rezervă și calculatoare, în care calculatorul se oprește în timpul operației de comutare a circuitului de alimentare cu energie.

Cele mai multe sisteme de alimentare de rezervă disponibile în prezent realizează comutarea pe durata unei jumătăți dintr-un ciclu al semnalului de curent alternativ furnizat – aceasta înseamnă mai puțin de zece milisecunde, destul de repede pentru ca aproape orice PC conectat la sursă să continue să funcționeze ca și cum nu ar fi avut loc nici o întrerupere de curent. Cu toate că modelul clasic de sistem de alimentare de rezervă nu asigură protecția împotriva vârfurilor de potențial și a undelor de șoc, cele mai multe aparate de acest tip includ dispozitive de protecție care au rolul de a trimite către PC-ul dumneavoastră semnale „curate“.

## Sistemele de alimentare neîntreruptibile

În mod obișnuit, un sistem de alimentare neîntreruptibil furniza continuu energie electrică, pentru că ieșirea sa nu trebuia să fie comutată de la linia de alimentare cu energie la baterie. Bateria acestui tip de sistem era conectată permanent la priza de la ieșirea sistemului, prin invertor. Acest tip de UPS furniza în orice situație calculatorului energie electrică din baterii. Calculatorul era astfel izolat complet de neregularitățile liniei electrice de curent alternativ. Noile modele de sisteme UPS se aseamănă foarte mult cu sistemele de rezervă, însă folosesc tehnologii mai ingenioase, care le permit să evite chiar și scurtele pauze necesare comutării. Și aceste modele asigură consumatorului un flux neîntrerupt de energie, însă ele pot fi fabricate la un preț mai mic decât al unui model normal.

În sistemele UPS mai vechi era încorporat un încărcător intern foarte puternic, care prevenea decărcarea bateriilor, asigurând fluxul constant de curent necesar alimentării calculatorului dumneavoastră. La căderea tensiunii de alimentare, încărcătorul înceta încărcarea, însă bateria menținea fluxul de electricitate către calculatorul conectat la sursă – fără a mai fi nevoie de comutare. De fapt, acest tip de sistem UPS reprezenta un fel de generator electric propriu calculatorului și era situat la numai câțiva centimetri de mașina deservită, protejând-o de efectele negative ale fulgerelor și de efectele tranzitorii.

Căderile de tensiune și undele de șoc nu aveau cum să afecteze calculatorul. Acesta primea un semnal electric constant și neted, exact ca cel pentru care a fost proiectat.

Modelele noi de sisteme UPS conectează atât energia de intrare, cât și semnalele ieșite din invertoare printr-un transformator special, care este conectat la PC-ul dumneavoastră sau la un alt echipament care trebuie protejat. Deși este disponibilă și sursa companiei de electricitate, acest tip de sistem UPS furnizează calculatorului energie electrică prin transformator. La căderea tensiunii de la compania de electricitate, invertorul intră în funcțiune, în mod obișnuit timp de o jumătate de ciclu. Însă inductanța transformatorului acționează ca un sistem de stocare și furnizează jumătatea de ciclu absentă din fluxul de electricitate în timpul operației de comutare.

Modelul tradițional de sistem UPS nu implementează măsuri speciale de protecție împotriva undelor de șoc și a vârfurilor de potențial (și nici pentru eliminarea scăderilor de semnal), deoarece între linia principală de alimentare cu energie și echipamentul protejat nu există conexiune directă; vârfurile de potențial și celelalte neregularități nu au pe unde să pătrundă în aparat. Cu toate că transformatorul din noul model de UPS absoarbe multe neregularități de pe linia de alimentare cu energie, per total nu permite același grad de protecție. Ca urmare, aceste surse mai noi includ de obicei alte dispozitive interne de protecție (cum ar fi varistoarele metal-oxid).

**Specificații**

Cea mai importantă specificație pe care trebuie să o verificați înainte de achiziționarea unui dispozitiv de alimentare de siguranță este capacitatea acestuia, care se măsoară în volt-amperi (VA) sau wați. Această valoare ar trebui să fie mai mare decât valoarea nominală a echipamentului la care va fi conectat dispozitivul de siguranță.

În sistemele de curent alternativ, valoarea în wați nu este neapărat egală cu produsul dintre volți și amperi (așa cum ar trebui să fie după regula care se aplică în sistemele de curent continuu), pentru că tensiunea și curentul pot fi defazate. Aceasta înseamnă că atunci când tensiunea atinge valoarea maximă, curentul din circuit poate avea o valoare intermediară. Din acest motiv, vârfurile de potențial și de intensitate pot apărea la momente diferite de timp.

Pentru calculul puterii sunt necesare tensiunea și intensitatea curentului. Ca urmare, produsul dintre tensiune și intensitate într-un circuit de curent alternativ este, în mod obișnuit, mai mare decât puterea efectivă din circuit. Raportul dintre aceste două valori se numește factorul de putere al sistemului.

Dumneavoastră nu trebuie să rețineți decât faptul că volt-amperi și wați nu înseamnă același lucru. Cele mai multe sisteme de alimentare de siguranță au specificată această caracteristică în VA, deoarece valoarea este mai mare (datorită factorului de putere). Trebuie să vă asigurați că energia totală folosită de calculatorul dumneavoastră (și exprimată în VA) este mai mică decât cantitatea de VA furnizată de sistemul de alimentare de siguranță. În mod similar, trebuie să verificați dacă puterea exprimată în wați necesară echipamentului dumneavoastră este mai mică decât puterea exprimată în wați furnizată de sistemul de alimentare de siguranță. Nu faceți comparații între valorile în VA și valorile exprimate în wați.

Pentru a converti o valoare exprimată în VA într-o valoare exprimată în wați, înmulțiți valoarea în VA cu factorul de putere al sursei de alimentare de siguranță. Pentru a efectua operația inversă – trecerea de la valoarea exprimată în wați la valoarea în VA – împărțiți valoarea exprimată în wați a sistemului de alimentare de siguranță cu factorul

de putere. (Puteți efectua aceleași operații și pentru echipamentul pe care vreți să îl conectați la sursa de alimentare, însă s-ar putea să întâmpinați probleme la determinarea factorului de putere al fiecărei componente din aparatul respectiv. Pentru PC-uri, se recomandă o valoare de siguranță de 2/3).

O altă caracteristică a sistemelor de alimentare de rezervă și neîntreruptibile este perioada în care pot furniza energie electrică de la baterie. Această valoare este egală cu energia totală pe care o pot înmagazina (adică produsul dintre putere și timp). Aceste valori nominale de timp variază în funcție de puterea în VA pe care trebuie să o asigure dispozitivul de siguranță; deoarece rezervele bateriei sunt limitate, sursa poate furniza curenți de valoare mai mare doar perioade mici de timp. Majoritatea producătorilor evaluează sistemele de siguranță pentru o perioadă dată de operare, cu o sarcină de o anumită valoare, fără să folosească unități de energie. De exemplu, un sistem de siguranță poate fi evaluat indicând faptul că funcționează timp de 20 de minute cu o sarcină de 250 volt-amperi.

Dacă vreți să vă faceți o idee asupra duratei maxime posibile de alimentare a sistemului dumneavoastră de la o anumită sursă de siguranță, verificați regimurile nominale ale bateriilor pe care le folosește. Cele mai multe baterii au caracteristicile exprimate în amperi-oră, care descriu cât curent pot furniza și pentru cât timp. Pentru a converti această valoare nominală într-o valoare reală de energie, înmulțiți-o cu tensiunea nominală a bateriei. De exemplu, o baterie de 12 volți și 6 amperi-oră ar putea, teoretic, să producă 72 de wați-oră de energie electrică. Acest calcul este teoretic, deoarece o parte din energie este consumată de circuitele care transformă curentul continuu din baterie în curent alternativ și pentru că regimurile nominale sunt valabile doar pentru bateriile noi. În orice caz, prin aceste valori obțineți o limită. Dacă bateria vă oferă numai 72 de wați-oră, nu puteți cere sistemului să vă alimenteze PC-ul care consumă 250 VA o oră întreagă. Dacă, teoretic, vă puteți aștepta la o perioadă de 17 minute de funcționare autonomă, în practică veți observa că această perioadă este cuprinsă între 12 și 15 minute.

Totuși, nu aveți motive să cereți unui sistem de alimentare de siguranță să vă alimenteze calculatorul o perioadă prea mare de timp. În cele mai multe cazuri, este suficientă o perioadă de siguranță de cinci minute sau chiar mai puțin (pentru că rolul unei surse de siguranță nu este de a alimenta permanent sistemul). Rolul sistemului de alimentare de siguranță este de a vă oferi posibilitatea să opriți calculatorul fără să pierdeți datele cu care lucrați în momentul întreruperii curentului. Oprirea nu ar trebui să dureze mai mult de 1-2 minute.

Producătorii de sisteme UPS avertizează utilizatorii să nu conecteze imprimante cu laser la sistemele de alimentare neîntreruptibile, indiferent de caracteristicile sistemelor respective. Dispozitivele de încălzire din imprimantele cu laser sunt mari consumatoare de energie electrică (aproape la fel ca prăjitoarele de pâine; ambele folosesc pentru încălzire rezistențe electrice). Cantitatea mare de energie necesară pentru activarea dispozitivului de încălzire poate suprasolicita chiar și sistemele UPS mai puternice, iar cererea continuă de curent poate descărca rapid bateriile. În afară de aceasta, nu este cazul ca o lucrare de tipărire să fie păstrată activă în timpul unei întreruperi în alimentarea cu curent electric. Chiar dacă se pierde o pagină, aceasta poate fi tipărită din nou la revenirea curentului, la un cost mult mai mic decât cel al energiei electrice suplimentare furnizate de sistemul UPS pentru a răspunde cererilor imprimantei cu laser. Alte imprimante, cum sunt cele cu jet de cerneală, se împacă mult mai bine cu sistemele UPS și pot fi conectate fără nici o problemă la acestea, cu toate că și ele consumă din capacitatea surselor. Cea mai bună strategie de lucru este de a conecta la

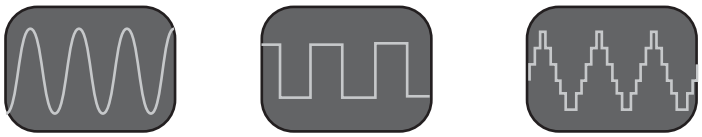
UPS doar PC-ul, monitorul și unitățile de disc externe. Restul echipamentelor pot fi cuplate la un limitator de supratensiune.

Pentru a rezolva astfel de situații, multe sisteme UPS oferă atât prize protejate de baterie, cât și prize care asigură doar protecția la supratensiuni. Verificați cu atenție prizele sistemului UPS la care conectați dispozitivele electrice, pentru a fi sigur că ați cuplat calculatorul la o priză protejată de baterie.

### Forma de undă

Sistemele de alimentare de siguranță diferă și prin forma de undă a semnalului de ieșire. O formă de undă perfectă coincide cu cea a semnalului furnizat de compania de electricitate – un semnal sinusoidal, a cărui tensiune și intensitate își schimbă lin polaritatea de 120 de ori pe secundă (la o frecvență de 60 Hz). Deși sunt cele mai dorite, undele sinusoidale netede sunt dificil de generat. Circuitele electronice dintr-un sistem de alimentare de rezervă creează mult mai ușor unde rectangulare, la care trecerea de la o polaritate la alta se face brusc. Soluția de compromis între cele două forme de undă – denumită undă rectangulară modificată sau undă sinusoidală modificată (în funcție de punctul de vedere) – aproximează factorul de putere al undelor sinusoidale prin modificarea ciclului de lucru al undelor rectangulare sau prin utilizarea mai multor trepte de tensiune în fiecare ciclu de alimentare. În Figura 25.2 sunt prezentate aspectele acestor forme de unde.

**FIGURA 25.2**
*Formele de undă furnizate de sursele de alimentare.*




Există păreri contradictorii referitoare la cea mai bună forma de undă pentru echipamente: sinusoidală sau rectangulară. Unul dintre cei mai cunoscuți producători de tehnică de calcul, compania Compaq, a ajuns să recomande evitarea undelor rectangulare în sistemul de alimentare al calculatoarelor proprii.

În realitate însă, cele mai multe caracteristici ale formelor de undă sunt irelevante pentru sistemele de alimentare de siguranță ale PC-urilor. Cu toate că un sistem de alimentare de siguranță ar trebui să producă mai eficient unde rectangulare, corelarea dintre eficiență și forma de undă a semnalului de ieșire este insesizabilă la produsele existente în comerț. Pe de altă parte, undele rectangulare sunt mai bogate în semnale armonice, care pot pătrunde în circuitele mai sensibile sub formă de zgomot. Însă filtrele existente în sursele de alimentare ale PC-urilor elimină efectiv zgomotele de pe linia de alimentare cu energie electrică.

Probabil că cel mai mare dezavantaj al undelor rectangulare este că pot cauza supraîncălzirea transformatoarelor. Toate sursele de alimentare ale PC-urilor folosesc însă o tehnologie de comutare de mare viteză, care separă forma de undă de la intrare în serii de impulsuri ascuțite, indiferent dacă este de tip sinusoidal sau rectangular. De asemenea, cea mai mare parte dintre monitoare folosesc tot surse de alimentare în comutație. Numai sursele de alimentare liniare, care mai sunt utilizate foarte rar în echipamentele electronice, pot fi supraîncălzite de semnalele de formă rectangulară. În plus, sistemele de alimentare de rezervă, invertoarele desemnate să opereze cu echipamentele dumneavoastră mai puțin de 30 de minute, nu furnizează energie locală suficient de mult timp pentru a crea o problemă reală de supraîncălzire.

**Interfețele**

O sursă UPS obișnuită intră efectiv în acțiune în cazul în care lucrați la calculatorul personal și se întrerupe alimentarea cu energie electrică. În astfel de situații, puteți aprecia rapid dacă întreruperea va fi scurtă sau lungă (dacă pe lângă fereastra dumneavoastră se agită o mulțime de oameni, puteți fi sigur că întreruperea se va prelungi). În al doilea caz, salvați materialul la care lucrați, opriți sistemul de operare și apoi calculatorul. Însă dacă PC-ul este conectat la o rețea sau funcționează neasistat, pot apărea unele probleme.

În cazul unei întreruperi mai lungi a alimentării, un sistem UPS simplu nu face decât să prelungească agonia unui PC; acesta va mai funcționa aproximativ zece minute după întreruperea alimentării și apoi, după ce sistemul UPS își termină rezerva de energie, se oprește. Desigur, dacă se întâmplă ca un server să-și întrerupă funcționarea fără avertisment, nu este nici un motiv de bucurie – mai ales pentru cei care aveau fișiere în curs de salvare.

Pentru a evita aceste probleme, cele mai bune sisteme UPS includ interfețe care le permit să se conecteze direct la PC-ul dumneavoastră, de obicei printr-un port serial. După ce instalați driverul corespunzător, furnizat de producătorul sistemului UPS, calculatorul poate monitoriza starea liniei de alimentare cu energie electrică. La întreruperea curentului, programul software poate trimite mesaje în rețea, avertizând utilizatorii să își salveze lucrările. După aceasta, programul software pentru UPS poate iniția o operație de oprire corectă a serverului de rețea.

Unele sisteme UPS vor continua să funcționeze chiar și după ce rețeaua sau PC-ul s-au oprit. Modelele mai bune au o caracteristică suplimentară, denumită *oprirea invertorului*, care dezactivează automat unitatea UPS după oprirea rețelei. Datorită acestei funcții, bateriile sistemului UPS nu sunt descărcate complet, astfel încât ele pot oferi în continuare protecție PC-ului sau rețelei în cazul în care, la repornire, intervine o nouă pană de curent. Pe de altă parte, o unitate UPS complet descărcată nu este pregătită la capacitate maximă decât după câteva ore.

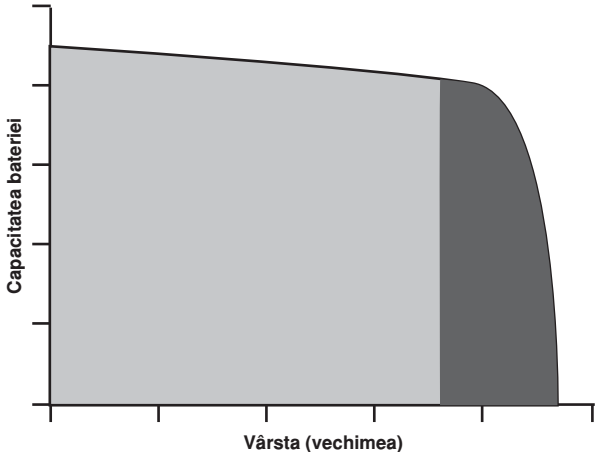
**Durata de viață a bateriei**

Bateriile cu electrolit pe bază de gel, care sunt cele mai frecvent folosite în sistemele de alimentare neîntreruptibile, au o durată de viață limitată. Materialele din care sunt fabricate se deteriorează în timp și astfel întregul sistem își pierde capacitatea de a înmagazina energie electrică. După câțiva ani de funcționare, o baterie cu electrolit pe bază de gel nu va mai fi capabilă să mențină o unitate UPS nici măcar o perioadă scurtă de timp. Sistemul UPS devine nefuncțional. Singura metodă de a readuce la viață sistemul UPS este înlocuirea bateriilor.

Defectarea bateriei într-o unitate UPS vă găsește de obicei nepregătit. La întreruperea alimentării cu energie, PC-ul dumneavoastră se oprește, prefăcându-se că nu știe de investiția pe care ați făcut-o în UPS. Caracteristicile bateriilor aproape că garantează această surpriză. Bateriile cu electroliți pe bază de gel își pierd gradat capacitatea de stocare a energiei într-o perioadă de câțiva ani, de obicei între trei și cinci. După aceea, capacitatea lor scade brusc la zero. Aceste baterii își pot pierde aproape toată capacitatea de stocare în numai câteva săptămâni. În Figura 25.3 este ilustrată această caracteristică a bateriilor electrolitice pe bază de gel obișnuite.

Rețineți că deteriorarea bateriilor electrolitice pe bază de gel se petrece indiferent dacă sunt sau nu sunt descărcate repetat. Ele se deteriorează chiar dacă nu sunt folosite, iar descărcările complete repetate le scurtează și mai mult durata de viață.

**FIGURA 25.3**
*Capacitatea bateriei dintr-o unitate UPS se deteriorează lent și apoi cade brusc.*




Pentru a preîntâmpina surpriza unei căderi totale a bateriei, sistemele UPS mai bune încorporează un mecanism de testare automată, care verifică la intervale regulate de timp capacitatea bateriei. Dacă un astfel de UPS vă semnalează o posibilă defectare a bateriei, ar trebui să luați mesajul în serios.

## Protejarea liniei telefonice

Vârfurile de potențial și undele de șoc nu afectează numai liniile de alimentare cu energie. Orice sârmă scoasă în exteriorul unei clădiri are un potențial care atrage fulgerele. Orice cablu mai lung poate induce supratensiuni, incluzând între acestea zgomotele parazite și undele de șoc. Aceste supratensiuni pot fi transmise direct în PC-ul dumneavoastră sau în echipamentele periferice atașate acestuia și pot cauza aceleași defecte ca o supratensiune de pe linia de alimentare.

Vestea bună este că mai multe sisteme importante de cablare încorporează propria lor protecție la neregularitățile semnalelor electrice. De exemplu, sistemele Ethernet (atât cele pe cablu coaxial, cât și cele pe cablu bifilar torsadat) au suficientă protecție la supratensiuni pentru ceea ce au de făcut. Adaptoarele Apple LocalTalk sunt proiectate să primească supratensiuni de 2.000 de volți fără să se defecteze. Deoarece nu sunt electrice, conexiunile pe fibră optică sunt complet imune la supratensiuni.

Vestea proastă este că există în continuare două tipuri de cabluri folosite de calculator care prin natura lor *nu* sunt protejate la undele de șoc. Cablurile telefonice sunt întinse pe distanțe mari prin același mediu ca sistemul de distribuire a energiei electrice și, în consecință, sunt susceptibile la aceleași probleme. În particular, undele de șoc mai puternice generate de loviturile directe ale fulgerelor sau prin inducție pot ajunge în modemul dumneavoastră prin cablurile telefonice și, de aici, la circuitele din PC. Pe lângă aceasta, circuitele porturilor seriale obișnuite nu includ elemente native de limitare a supratensiunilor. Un cablu serial de dimensiune mai mare, neecranat, poate prelua prin inducție unde de șoc de la alte cabluri.

Cea mai bună metodă de protecție este evitarea folosirii unor astfel de cabluri. Ori de câte ori este posibil, folosiți cabluri seriale neecranate pe trasee cât mai scurte. Dacă sunteți obligat să utilizați o conexiune serială lungă, alegeți cabluri ecranate. Și mai bine este să folosiți un modem cu rază scurtă de acțiune, care, în plus, va îmbunătăți viteza de lucru a conexiunii.

Conexiunile prin modem cu lumea exterioară sunt inevitabile în momentul de față, când subiectele principale de discuție sunt conectivitatea on-line și Internetul. Vă puteți proteja împotriva undelor de șoc de pe linia telefonică folosind limitatoare proiectate special în acest scop. De asemenea, dispozitivele mai bune de protecție la alimentare au conexiuni pentru modem, care asigură protecția acestuia. Sunt disponibile și limitatoare de supratensiune independente pentru liniile telefonice. Ele folosesc aceleași tehnologii ca și limitatoarele de supratensiune pentru liniile de alimentare cu energie. Într-adevăr, tensiunea electrică folosită de telefon pentru apelul sonor este foarte apropiată de valoarea de 110-120 de volți a rețelelor electrice din Statele Unite. Cea mai mare parte a limitatoarelor de supratensiune pentru liniile telefonice se bazează pe dispozitive MOV. Unitățile mai bune combină varistoarele metal-oxid (MOV) cu condensatori, bobine și siguranțe.

# Capitolul 26
# Carcasele

*Ceea ce ține laolaltă componentele unui PC este carcasa, dar aceasta este ceva mai mult decât o simplă cutie. Carcasa pune la dispoziție locuri sigure pentru montarea plăcilor cu circuite și a dispozitivelor de stocare masivă. Protejează circuitele delicate din interior de influențele negative – mecanice sau electrice – din exterior și vă protejează pe dumneavoastră și aparatele din exterior de ceea ce se află în interiorul PC-ului – interferențe și tensiuni periculoase. Carcasele diferă prin dimensiune, formă și eficacitatea cu care își îndeplinesc rolul de protecție, în funcție de PC și de modul în care planificați să îl folosiți.*

În prezent aveți mai multe opțiuni ca niciodată pentru alegerea unei carcase pentru PC.

| *Stil* | *Pe scurt* |
|---|---|
| Tower (Turn) | Carcase masive, cu o înălțime mai mare de jumătate de metru și spațiu pentru jumătate de duzină de unități de disc. Rezervat, de obicei, pentru servere. |
| Miditower (Turn mediu) | În prezent cea mai populară opțiune, un sistem vertical cu aceeași capacitate de stocare ca și sistemele desktop clasice; aproximativ patru compartimente pentru unități de disc și șase sloturi de extensie – exact ceea ce doresc și au nevoie cei mai mulți oameni. |
| Minitower (miniturn) sau micro tower (microturn) | Un turn pitic destinat celor care nu au nevoi de extindere prea mari. O opțiune ideală dacă doriți să rămâneți la ceea ce ați cumpărat și să schimbați PC-ul atunci când sistemul pe care îl aveți nu mai poate face față ultimei versiuni Windows. |
| Desktop | Carcasa clasică, cu aproximativ patru compartimente pentru unități de disc și între șase și opt sloturi de extensie – deseori fiind folosit și ca suport pentru monitor. Prea masiv pentru lumea actuală și cu tendința de a pierde piața în favoarea carcaselor mai mici. |
| Compact | Un sistem desktop cu mai puțin spațiu în interior. Deși pot avea mai puține compartimente sau sloturi, sistemele compacte sunt substanțial mai mici decât sistemele desktop convenționale, de obicei fiind mai atractive și mai puțin zgomotoase. |
| Cu amprentă zero | Ultima modă – un sistem de dimensiunea calculatoarelor notebook ascuns undeva pe birou, de exemplu în interiorul unui monitor plat. Totuși, moda costă – aceste sisteme mici costă, în prezent, mai mult și oferă opțiuni de extindere mai limitate (și mai scumpe). |
| Notebook | Carcasa portabilă tradițională, care acum conține tot ceea ce găsiți și într-un sistem desktop (împreună cu bateria și monitorul) într-o cutie de 3-4 kg. Atât cele mai puternice cât și cele mai ieftine sisteme portabile încap în această carcasă. |
| Subnotebook | Un PC de 1,5-2 kg care reduce dimensiunile ecranului și tastaturii, numărul de unități de disc, dar este mai ușor de transportat. Mai potrivit pentru completarea unui calculator desktop decât pentru înlocuirea acestuia. |

| | |
|---|---|
| Manuale (handheld) | Calculatoarele handheld cu tastatură intră acum în domeniul sistemelor subnotebook, dar rulează Windows CE (rapid, dar incompatibil la nivel de program cu sistemele de operare Windows ale calculatoarelor desktop). Sistemele care folosesc tocuri în loc de tastatură se numesc asistenți digitali personali (PDA – Personal Digital Assistant) și servesc ca echipamente portabile cu posibilități brute de introducere a notițelor (deși noile PDA-uri sunt sisteme remarcabile pentru căutarea și afișarea informațiilor). |

Carcasa este suportul fizic al calculatorului. De fapt, carcasa este corpul calculatorului personal. Este un mijloc de păstrare, transport și protecție care asigură componentelor electronice delicate din interior un mediu de lucru sigur. Carcasa asigură protecția împotriva pericolelor fizice – forțe care pot acționa împotriva plăcilor cu circuite, prin îndoire, presare și chiar rupere, ceea ce ar avea efecte dezastruoase asupra funcționării acestora. De asemenea, carcasa previne scurtcircuitările care ar putea fi cauzate de căderea în interior a unor obiecte care se găsesc de obicei într-un birou – agrafe, capse, cuțite de tăiat plicuri, cutii de bere sau lucrări dentare. Carcasa asigură protecția împotriva unor pericole invizibile – în principal câmpurile electrice puternice, care ar putea induce zgomote, generând interferențe în manipularea datelor din sistem, capabile să ducă la blocarea sistemului.

Rolul protector al carcasei este bidirecțional. Carcasa nu lasă să iasă către exterior nimic din interiorul PC-ului. Dintre minunățiile care au loc într-un calculator, două generează probleme în lumea exterioară. În primul rând, tensiunile electrice din interiorul calculatorului pot provoca șocuri. În al doilea rând, semnalele electrice de înaltă frecvență generate de circuitele electronice ale calculatoarelor sunt radiate la fel ca și emisiunile radio și pot crea interferențe la recepționarea altor transmisiuni – de la cele de televiziune la cele ale semnalelor de aeronavigație.

În plus, carcasa PC-ului are și un rol mai practic. Prezența fizică a carcasei vă oferă un loc în care să montați componentele pe care vreți să le conectați la calculator. *Compartimentele pentru unități* vă permit să montați dispozitivele de stocare masivă în apropierea circuitelor logice ale calculatorului, oferindu-le protecția asigurată de carcasă. În plus, carcasa vă pune la dispoziție locuri sigure – numite *sloturi de extensie* – pentru montarea plăcilor de extensie, asigurându-le aceeași protecție fizică și electrică ca și celorlalte componente ale sistemului.

Există și o altă funcție pe care o poate îndeplini carcasa calculatorului. Poate fi folosită drept cel mai scump suport pentru monitor, ridicând monitorul la nivelul ochilor, deasupra dezordinii de pe birou. Un PC de înălțimea biroului poate fi folosit ca suport temporar pentru cana de cafea sau cola ori ca loc permanent pentru hârtiile împrăștiate pe birou. Dacă este bine ales, un PC notebook poate fi un argument pentru obținerea unei întâlniri – presupunând că vă amestecați în mulțimea corespunzătoare (sau necorespunzătoare, în funcție de punctul din care priviți lucrurile).

Funcțiile carcasei trebuie să fie selective. De exemplu, carcasa trebuie să permită disiparea căldurii. De asemenea, trebuie să permită intrarea semnalelor de la tastatură și a curentului de la rețeaua de alimentare. În plus, carcasa trebuie să reprezinte o fundație solidă pe care poate fi construit sistemul. Trebuie să asigure o bază stabilă pentru unități și să protejeze montajele electrice. În concluzie, carcasa nu este chiar atât de simplă cum ați putea crede.

# Construcție

Atunci când construiți un PC, trebuie să țineți seama de două probleme importante: cum este făcută carcasa și cum montați componentele PC-ului în aceasta. În primul caz, construcția carcasei – prinsă în șuruburi, nituită sau sudată – este mai puțin importantă decât dimensiunea produsului finit. Dimensiunea carcasei determină ceea ce poate fi montat în aceasta, limitând nivelul la care puteți extinde sistemul pentru a-i adăuga toate componentele pe care doriți să le aveți. Modul în care se montează componentele în carcasă afectează dorința dumneavoastră de a extinde sistemul. Dacă montarea unei plăci de extensie sau instalarea unui nou disc vă face să vă gândiți că proiectantul sistemului colabora cu diavolul (sau cu un alt angajat al firmei Microsoft) nu veți privi ideea extinderii sistemului cu ochi prea buni.

Unele companii producătoare de PC-uri țin seama de dorințele dumneavoastră, știind că este mai puțin probabil ca un client mulțumit să apeleze la personalul de asistență tehnică, a cărui menținere costă atât de mult. De-a lungul anilor, au dezvoltat câteva scheme pentru a simplifica întreținerea sau extinderea PC-ului – tot felul de metode, de la carcase care pot fi deschise fără scule, la carcase care nu pot fi deschise deloc, extinderea făcându-se cu dispozitive externe.

Funcția cea mai evidentă a unei carcase este mecanică – puteți să o vedeți și să o atingeți ca obiect distinct. Carcasa ocupă un spațiu pe birou, pe podea sau pe genunchi – locul unde o puneți la muncă. Are o dimensiune bine definită – întotdeauna prea mică atunci când vreți să mai adăugați o componentă, dar prea mare atunci când îi căutați un loc (și mai ales atunci când acel loc este valiza dumneavoastră). De asemenea, carcasa are o formă, care poate fi suficient de funcțională ca să vă permită accesul ușor la toate accesoriile, cum ar fi fanta prin care introduceți benzile magnetice. Forma și culoarea fac parte din stilul unui PC, deosebindu-l de rudele lui, evitând o monotonă asemănare.

PC-urile moderne au aripi, umbre și modele – toate estetic calculate pentru a face mașinile unui producător să iasă în evidență și să vă facă să credeți că sunt mai moderne și mai puternice. Aceste caracteristici, ca și unele culori mai interesante pe care unii producători le-au experimentat, sunt scamatorii de proiectare, specifice anilor ’90. Nu este nimic rău dacă aveți un calculator care arată ca și cum l-ați fi furat dintr-o navă spațială, dar nici nu înseamnă că acesta este obligatoriu mai bun decât celelalte. În spatele plasticului, principiile de construcție și de proiectare mecanică sunt aceleași cu cele din sistemele create cu un deceniu în urmă.

În cazul calculatoarelor, forma dictează funcția la fel de mult (dacă nu chiar mai mult) ca și pentru alte echipamente de birou. Calculatoarele au forma respectivă ca să puteți instala toate componentele hardware pe care le doriți – în primul rând toate opțiunile de extensie care oferă calculatorului putere și flexibilitate. Cutia în care instalați componentele trebuie să fie suficient de mare ca să încapă toate plăcile de extensie și să asigure un spațiu corespunzător pentru unitățile de hard-disc, de dischetă, DVD și altele, fără de care PC-ul nu ar fi complet.

Pentru cei mai mulți producători, dimensiunile plăcilor de extensie și ale unităților de discuri sunt predefinite – au fost stabilite cu mult timp în urmă și păstrate astfel pentru totdeauna. Carcasa trebuie să fie proiectată în funcție de cerințele fiecărei componente. Totuși, dacă un producător este destul de hotărât, poate determina restul lumii să se conformeze dimensiunilor pe care le-a stabilit – o strategie adoptată de Compaq, care s-ar putea să schimbe aspectul PC-urilor și al dispozitivelor de extensie. Deși încă nu a

cucerit piața, modelul *Device Bay* al firmei Compaq (discutat mai târziu) promite să simplifice viața – a dumneavoastră, a distribuitorilor de calculatoare și a producătorilor.

Pe lângă alocarea spațiului într-o cutie pentru diferite opțiuni, carcasa trebuie să asigure spațiu pentru unele componente obligatorii, cum ar fi placa de bază și sursa de alimentare. În plus, totul trebuie să fie astfel aranjat încât să permită deplasarea liberă a curenților de aer care asigură răcirea circuitelor și dispozitivelor periferice ale PC-ului.

## Dimensiune

Un PC poate avea orice dimensiune pentru a-și îndeplini rolul. Datorită miniaturizării, chiar și cele mai mici PC-uri rivalizează, ca putere, cu cele mai mari – cu o singură excepție. Într-o cutie mai mare puteți să băgați mai mult decât într-una mai mică.

Aceasta este esența diferențelor de dimensiune dintre PC-uri. Mai mare înseamnă mai multe posibilități de extindere, mai mult spațiu pentru instalarea accesoriilor care sporesc puterea. Atâta timp cât nu aveți cerințe de extindere ieșite din comun, chiar și cel mai mic PC este suficient.

Pentru descrierea dimensiunii PC-urilor sunt folosiți o serie de termeni, dar nici unul nu constituie un punct de referință unanim recunoscut.

### Compact

PC-ul de bază – cu dimensiunile cele mai mici și cel mai mic potențial de dezvoltare viitoare – folosește o carcasă compactă, numită uneori *PC cu amprentă redusă* (small footprint PC). În jargonul industriei PC-urilor, amprenta este spațiul pe care îl ocupă calculatorul pe birou, așa că PC-ul cu amprentă redusă răpește mai puțin spațiu, ceea ce îl face un coleg de birou ideal. Calculatoarele desktop compacte sunt numite uneori *PC-uri cu profil redus* (low-profile PC) deoarece sunt mai scunde, cât mai mici posibil, dar conținând, totuși, un calculator complet.

Pentru obținerea unor dimensiuni compacte, producătorii de PC-uri trebuie să reducă serios modelele mai mari. Principala pierdere este legată de sloturile de extensie. Sistemele compacte au mai puține sloturi și compartimente decât alte calculatoare. Spațiul de extindere este minim – după instalarea echipamentelor standard, pot rămâne libere doar un slot de extensie și un singur compartiment pentru unități. Ideea de bază este că PC-urile compacte conțin deja tot ce aveți nevoie, așa că nu mai trebuie să adăugați nimic.

Pentru a micșora înălțimea carcaselor, păstrând posibilitatea de instalare a plăcilor de extensie mai înalte, calculatoarele compacte plasează sloturile de extensie în lateral. În locul instalării verticale a plăcilor de extensie, aceste PC-uri le aliniază pe orizontală. Placa de bază este instalată tot pe orizontală în carcasă și are un singur slot de extensie. În acest slot se instalează o placă specială de extensie, care conține conectoare pentru instalarea plăcilor de extensie obișnuite (de obicei trei) paralel cu placa de bază.

Deși combinația exactă de unități depinde de proiectarea sistemelor compacte, cele mai multe mașini cu amprentă redusă oferă opțiuni similare cu privire la unitățile de disc. Acestea sunt limitate la ceea ce vă așteptați să găsiți într-un PC. O unitate de dischetă și o unitate de CD sau DVD sunt vizibile pe panoul frontal, în timp ce o unitate de hard-disc este ascunsă în siguranță în interiorul carcasei. Dacă sistemul are posibilități de extindere, acestea înseamnă un singur compartiment care acceptă un hard-disc cu înălțimea de un inci.

Ultima tendință în proiectarea PC-urilor compacte este reducerea unității centrale până la dimensiunile unui notebook sau eliminarea acesteia în întregime. Cea mai inteligentă soluție este montarea întregului PC, inclusiv a unităților de disc, într-un monitor plat. Aceste sisteme interesante au reținut atenția presei, nu doar fiindcă sunt o adevărată realizare tehnologică, ci și fiindcă oferă unele avantaje. Încap chiar și pe cele mai mici birouri, reduc aglomerația de cabluri și chiar reduc zgomotele până la nivelul unui notebook. Pe de altă parte, suferă aceleași limitări ca și sistemele portabile (cu excepția problemelor legate de baterie). Cel mai mare dezavantaj este limitarea posibilităților de extindere. Desigur, dacă nu aveți probleme cu posibilitățile de extindere ale sistemelor notebook, limitele de extindere ale noilor sisteme miniaturizate nu înseamnă mare lucru.

## Desktop

Dacă vreun stil sau dimensiune de PC pot fi considerate standard, acesta este sistemul desktop. Dimensiunile de bază au la origine primul PC, proiectat de IBM. În ciuda varietății de calculatoare de pe piață, standardul desktop rezistă datorită originilor practice. A fost astfel dimensionat încât să includă două compartimente pentru discuri mari și un număr adecvat de sloturi de extensie (în momentul respectiv, de la cinci la opt), precum și alte componente necesare, cum ar fi o sursă de alimentare. Rezultatul a fost o carcasă cu lățimea de 21 inci și lungimea de 17 inci. Înălțimea carcasei, calculată astfel încât să permită instalarea plăcilor de extensie, la care se adaugă un spațiu de 3/8 inci pentru circulația aerului (și destul de mare ca să pierdeți un creion – probabil proiectanții chiar s-au gândit la așa ceva) este de 5,5 inci. De obicei, despre aceste sisteme se spune că au *dimensiune XT*, pornind de la cel mai popular model IBM de acest tip.

Dimensiunea *mini-AT* este aceeași cu dimensiunea XT, exceptând înălțimea, care este mai mare cu un inci, pentru a permite instalarea plăcilor de extensie mai înalte, care prevalau în momentul respectiv.

Pentru aproape un deceniu, carcasa de *dimensiune AT* a dominat piața PC-urilor desktop. Fiind cea mai mare carcasă folosită în producția de serie, aceasta a mărit carcasa XT cu doi inci în lățime și un inci în înălțime (ajungând la 6,5x17x23 inci) pentru a permite instalarea mai multor circuite.

Producătorii mai mici – cei care cumpără carcase de la furnizori externi, împreună cu alte componente pentru construirea sistemelor proprii – încă folosesc uneori aceste carcase învechite: XT, mini-AT sau AT. Producătorii mai mari au abandonat aceste antichități, deoarece sunt mari, scumpe, nu prea frumoase și nici prea prietenoase. Carcasele proprii sunt mai în rând cu moda (ceea ce poate fi rău sau bine, în funcție de gusturile producătorului), din plastic și mai mici.

Deoarece puțini utilizatori au nevoie de mai mult de un compartiment mare pentru unități (5,25 inci), în cazul celor mai multe mașini spațiul pentru discuri a fost redus la 3,5 inci, ceea ce micșorează carcasa cu aproximativ doi inci. Această carcasă intermediară, măsurând aproximativ 5,5x19x17 inci, este astăzi cea mai populară pentru sistemele desktop.

## Carcase de tip turn

Întoarceți un PC tradițional pe o parte și obțineți un turn. Cel puțin, așa a evoluat formatul de tip turn. Modelul s-a dovedit atât de popular, încât, în prezent, o formă sau alta de turn probabil *este* un standard pentru PC-uri.

Instalarea PC-ului pe o parte reprezintă limita minimă de spațiu ocupat pe birou. Dacă instalați calculatorul pe podea, nu ocupați nici un centimetru de spațiu de pe birou. Este greu de imaginat o economie mai mare.

Instalarea calculatorului pe una dintre părțile laterale a fost introdusă pentru prima dată pentru calculatoarele AT, folosind o schemă de montare adăugată ulterior – un fel de cutie în care se introducea o mașină AT convențională. Primele PC-uri proiectate de la început pentru instalarea pe podea au apărut în 1987.

Eliberate de restricțiile impuse de spațiul de pe birou, calculatoarele de tip turn pot fi extinse pentru împlinirea celor mai nebunești vise. Au aproape la fel de multe compartimente ca un vagon – până la opt într-un singur sistem. În general, numărul sloturilor de extensie nu depășește opt. Motivul nu este lipsa de spațiu, ci economia. Cele mai multe sisteme de tip turn folosesc plăci de bază comerciale standard. Creșterea numărului de sloturi ar implica costuri de reproiectare (precum și costuri pentru spațiul suplimentar pe placa de bază, circuite și asamblare).

Montarea verticală a componentelor de calculator nu cauzează nici o problemă. Circuitele electronice nu au simțul direcției. Deși pentru unele dispozitive mecanice, cum ar fi unitățile de disc, s-ar putea ca diferența să fie sesizabilă, singurul efect practic se manifestă asupra dumneavoastră. Instalarea unei unități de CD pe verticală poate transforma încărcarea unui disc într-o cursă prin birou, după discul care se rostogolește. Cele mai multe carcase de tip turn păstrează compartimentele pentru discuri pe orizontală, pentru a evita asemenea scene de vânătoare. Compaq a pus la punct o metodă de transformare a PC-urilor; remontând compartimentele pentru unități și schimbând capacul frontal, puteți să transformați un calculator din seria Deskpro EP din desktop în turn și invers.

Modelul de tip turn a avut atât de mult succes, încât proiectanții au adaptat carcasa verticală la diferite cerințe de extensie. *Carcasele miniturn* sunt cele mai compacte și, de obicei, acceptă numai plăci de bază mini-AT sau mai mici și au mai puține opțiuni de instalare a unităților. Un microturn reduce și mai mult dimensiunile, oferind numai două sau trei compartimente și spațiu pentru o placă de bază mică (de exemplu, mini sau micro AT). *Carcasele turn de înălțime standard* acceptă orice tip de placă de bază și au atât de multe compartimente, încât cei mai mulți nici nu știu ce să facă cu ele. O variantă mai recentă, *carcasele turn medii*, cu dimensiuni între cele două de mai sus, a devenit o opțiune favorită. Nu există un standard pentru acești termeni. Ceea ce pentru un producător înseamnă mini poate să însemne mediu pentru un altul.

Alegeți un PC de tip turn dacă aveți puțin spațiu disponibil pe podea, în special pentru posibilitatea de instalare a mai multor dispozitive periferice și pentru flexibilitatea opțiunilor de instalare a discurilor. Aveți grijă la posibilitățile fizice de montare a dispozitivelor de stocare masivă. Unele carcase de tip turn asigură spații de montare prea puțin solide sau vă cer să rezolvați adevărate enigme ca să instalați o nouă unitate. Aveți nevoie de un sistem care să vă pună la dispoziție destule opțiuni de montare a unităților.

## Servere

În cazul serverelor de rețea, toate estimările sunt depășite. Deși primele servere de tip PC erau chiar PC-uri – identice ca dimensiune, formă și stil – lucrurile s-au schimbat în prezent. Serverele actuale sunt adevărați monștri, ocupând dulapuri întregi cu stive de matrice de discuri.

## Carcase pentru PC-uri notebook

În zilele dinaintea microminiaturizării, orice devenea portabil dacă îi atașați un mâner. Prima generație de televizoare portabile, de exemplu, corespundea perfect acestei definiții – cel puțin pentru cineva obișnuit să care un geamantan sub fiecare braț. Prima

generație de PC-uri ridica pretenții similare de portabilitate, provocându-vă cu o sticlă umplută cu gaze și fotoni și un tub de imagine mic, dar nici pe departe ușor. Greutatea tipică a primelor calculatoare portabile era de aproximativ 18 kilograme – undeva către limita maximă acceptată de piață (sau de o persoană înțelegătoare).

Aceste calculatoare portabile nu erau altceva decât o altă formă a unui PC convențional, combinat cu un monitor integrat. Unele, cum ar fi IBM PC Portable, cu o soartă nu prea fericită, foloseau plăci de bază identice cu ale sistemelor desktop (PC Portable nu era decât un XT într-o formă relativ transportabilă). Au fost mutate compartimentele pentru unitățile de disc și au fost sacrificate o parte din sloturile de extensie pentru a obține o cutie care atrăgea privirile, chiar dacă era o povară pentru musculatură.

Înlocuirea tubului cu un display plat a permis proiectanților să reducă la jumătate greutatea și să reîmpacheteze sistemele în ceea ce se numea „lunchbox PC". Numele se referea la o carcasă de dimensiunea unui mic geamantan cu un mâner în partea de sus, amintind de geanta pe care elevii care nu mănâncă la cantina școlii o cară în fiecare zi. Având o greutate între 9 și 11 kg, astfel de pachete puteau fi suficiente ca să îi asigure masa de prânz unui miner flămând. Cele mai mari dintre aceste carcase permiteau folosirea plăcilor de bază convenționale, cu spațiu de instalare pentru câteva plăci de extensie obișnuite. În general, modelul putea fi agreat doar de o mamă, cel puțin dacă era adepta programelor agresive de antrenament la ridicarea greutăților.

Ultimele achiziții în domeniul comprimării calculatoarelor sunt PC-urile notebook, reduse până la limita posibilităților de folosire a tastaturii și a ecranului și atât de subțiri cât permit componentele interne. Producerea unor calculatoare atât de mici a însemnat reducerea tuturor elementelor – au fost făcute compromisuri pentru aproape toate componentele sistemului.

Cele mai puține compromisuri apar în sistemul de stocare masivă. Necesitatea unor unități mici și ușoare pentru PC-uri notebook și chiar pentru sisteme mai mici a fost principalul motiv care a dus la miniaturizarea unităților de hard-disc și de dischete. Producătorii de unități au obținut succese uimitoare privind reducerea dimensiunilor fizice, o dată cu creșterea capacității, a performanțelor și a fiabilității. În plus, mulți producători de calculatoare portabile folosesc acum unități de disc amovibile, optând pentru instalarea acestora în sloturi PCMCIA Tip 3, ceea ce permite furnizorului să configureze cu ușurință un sistem și cumpărătorului să-și îmbunătățească sistemul propriu.

Astăzi, cele mai mari compromisuri în favoarea dimensiunilor mai compacte se fac în detrimentul interfeței cu utilizatorul. Un calculator portabil trebuie să aibă o greutate care poate fi cărată de o persoană, chiar cu plăcere. Portabil înseamnă ceva ce poate fi împachetat, nu ancorat cu frânghii. Din nefericire, unele aspecte ale interfeței cu utilizatorul nu pot fi comprimate fără reducerea ușurinței de folosire – este puțin probabil că mâinile se vor micșora pe măsura unor PC-uri mai mici și mai ușoare, așa că dimensiunile optime ale unei tastaturi nu se vor schimba. Dar producătorul este tentat în continuare să elimine ceea ce i se pare un exces – spațiul din jurul tastelor funcționale sau chiar unele taste, care sunt înlocuite cu combinații pe care le poate stăpâni numai un contorsionist.

Au fost dezvoltate mai multe PC-uri subnotebook cu tastaturi reduse la 80% din dimensiunea standard. Printre acestea se numără cele din seria Gateway HandBook și Zeos Contenda. Cei mai mulți se adaptează la aceste tastaturi și continuă să le folosească fără dificultate. Totuși, la dimensiuni mai mici, dactilografierea devine o problemă. Cu alte cuvinte, PC-urile de mână nu sunt proiectate pentru introducerea masivă de date.

În afara lungimii și a lățimii, producătorii de calculatoare portabile au micșorat și înălțimea tastaturii, reducând atât înălțimea tastelor – o schimbare mai puțin observabilă – cât și distanța parcursă de taste. Aceasta poate avea un efect dramatic asupra confortului și ușurinței de folosire. Deși senzația de apăsare a tastelor și distanța parcursă de taste țin de preferințele utilizatorilor, se pare că lipsa de satisfacție este mai mare în cazul tastelor mai scunde din calculatoarele miniaturizate decât în cazul tastaturilor cu dimensiuni normale.

Ecranele sunt un alt domeniu supus compromisurilor. Tuburile de imagine au dispărut, făcând loc ecranelor plate, cu dimensiunile limitate de dimensiunile carcasei.

Deși diferite sisteme, astăzi dispărute, au experimentat diverse scheme de montare a ecranului, cel mai des întâlnit sistem este cel de tip scoică. La fel ca și carapacea unei stridii, carcasa PC-urilor notebook actuale este prinsă la marginea din spate. Capacul carcasei conține ecranul. Atunci când este lăsat în jos, capacul protejează tastatura; când este deschis, stă în spatele tastaturii, formând cu restul carcasei un unghi care poate fi ajustat. În general, partea cea mai slabă a acestui model sunt balamalele.

Pentru obținerea unor sisteme mai ergonomice, unii producători încearcă să folosească modelul calculatoarelor desktop, separând tastatura și/sau ecranul de restul calculatorului. Atracția acestui model este ajustabilitatea: puteți să vă folosiți mâinile cât de departe de ecran doriți. Totul merge bine dacă PC-ul este folosit într-un birou. În timpul deplasărilor – de exemplu pe un scaun dintr-un avion care leagă două zone mai puțin civilizate din Vestul Mijlociu – piesele suplimentare în care puteți să vă încurcați (și pe care le puteți pierde) sunt mai mult un blestem decât o binecuvântare. Cel mai grav compromis este legat de tastatură. Pentru un calculator portabil trebuie redusă greutatea tuturor componentelor. Dar o tastatură de greutate mică legată cu cabluri prea scurte și cu spirale prea arcuite poate fi frustrantă – tastele, și chiar întreaga tastatură, vă fug de sub degete.

Deși există câteva PC-uri notebook care permit folosirea plăcilor de extensie ISA, aceasta nu este cea mai bună opțiune. Proiectarea plăcilor de extensie pentru calculatoarele desktop nu pornește de la ideea conservării energiei, așa că o singură placă poate consuma la fel de mult ca și restul sistemului, reducând în aceeași măsură viața bateriei. Ca urmare, cele mai multe sisteme notebook (inclusiv PC-uri) elimină plăcile de extensie convenționale în favoarea plăcilor de extensie brevetate sau a modulelor de extensie de mărimea unei cărți de credit care respectă standardele PC Card sau CardBus.

Una dintre principalele probleme ale carcaselor pentru calculatoarele portabile este accesul. Dacă vă propuneți să măriți memoria sistemului, aveți nevoie de un calculator care vă permite să inserați module sau plăci de memorie fără să-l demontați în totalitate. Calculatoarele cu care este cel mai ușor de lucrat din acest punct de vedere au sloturi mascate în spatele unor panouri de acces, care vă permit introducerea unui modul de memorie la fel de ușor ca introducerea unei dischete. Alte sisteme au fante de acces care permit adăugarea modulelor de memorie. Singurul dezavantaj al acestor metode de extensie este cantitatea de memorie pe care o acceptă astfel de calculatoare – de obicei, sistemele notebook acceptă destulă memorie pentru rularea celor mai multe aplicații cu destinație generală, dar insuficientă pentru aplicațiile specializate mari, pentru care programatorii pierd nopțile. Pentru multe calculatoare notebook, în special modelele cu prețuri mici și produse de firme mai puțin cunoscute, este nevoie să demontați tastatura ca să aveți acces la soclurile modulelor de memorie – o operație pentru care aveți nevoie de mai multă îndemânare și răbdare decât ați dori să-i dedicați. Pentru alte sisteme

trebuie chiar să demontați ecranul ca să aveți acces la sloturile de extensie. Dacă vă propuneți să extindeți în viitor un sistem notebook, verificați capacitatea permisă pentru extinderea memoriei și metoda de adăugare a noilor module RAM.

Principala caracteristică a sistemelor notebook și subnotebook este portabilitatea. Aveți nevoie de un calculator cât mai ușor și mai compact posibil – ținând seama și de caracteristicile ergonomice pe care le puteți tolera. PC-urile notebook mai vechi sunt echipate cu mânere; calculatoarele portabile mai noi au renunțat la acest lux. Pentru PC-urile care acum cântăresc mai puțin de 2,5 kilograme și uneori au dimensiunea unui teanc de hârtie, lipsa mânerului este tolerabilă – calculatorul poate fi ținut într-o mână sau poate fi purtat într-o servietă.

Pentru o perioadă, cele mai rezistente calculatoare notebook aveau carcase de metal, unele chiar din magneziu, dar aproape toate mașinile actuale sunt „îmbrăcate“ în materiale plastice rezistente la impact. În general, acestea sunt destule de rezistente la lovituri obișnuite, dar la o cădere de pe birou sunt la fel de sensibile ca și un ceas, un aparat fotografic sau un alt echipament de precizie. În interior puteți găsi subansamble împachetate în folie sau metal, dar acestea au fost folosite pentru a păstra radiațiile în anumite limite, nu pentru a reduce efectele unei decelerări rapide în urma unei căderi. Cu alte cuvinte, PC-urile notebook și subnotebook sunt rezistente, dar șocurile le pot fi la fel de dăunătoare ca și altor instrumente de birou.

## Accesul în interiorul carcasei

Problema accesului în interiorul carcasei PC-ului a generat două curente. Unii susțin că accesul ar trebui să fie cât mai ușor posibil, astfel încât modernizările să se poată face repede și ușor. Alții susțin că deschiderea PC-ului aduce numai probleme și consideră că o carcasă ideală ar trebui să fie sigilată. Dacă aceștia din urmă ar domina piața, PC-urile ar fi închise într-un bloc de plastic transparent, astfel încât ați vedea câteva luminițe, fără să le puteți atinge.

Aceeași linie de despărțire este valabilă și pentru domeniile de utilizare a PC-urilor. Calculatoarele folosite acasă sau în mici afaceri – adică suficient de mici ca dumneavoastră să fiți responsabil pentru propriul PC – sunt mai bune dacă accesul este liber. Firmele mai mari, care au un departament de sisteme informatice, condus de un dictator, vor să aibă totul sub control – ceea ce înseamnă ca dumneavoastră să nu aveți acces în interiorul PC-urilor. Astfel de cerințe au dus la crearea calculatoarelor de rețea.

*Deschiderea fără instrumente* este un concept care vă permite să deschideți și să modernizați sistemul fără ajutorul unor instrumente speciale sau fără nici un fel de scule. Nu este nevoie să furați un cuțit din sertarul cu argintărie ca să deschideți PC-ul sau să cumpărați o șurubelniță specială ca să scoateți o placă de extensie. În cazul ideal, capacul carcasei se deblochează și iese cu un efort minim. Unitățile de disc se fixează singure în poziția corectă, iar plăcile de extensie sunt fixate prin dispozitive care pot fi strânse cu degetele. Unele dintre sistemele actuale se apropie de acest ideal, dar puține merg până la capăt.

## Compartimentele

Compartimentele pentru unități sunt de două feluri: cele la care aveți acces prin panoul frontal și cele la care nu aveți acces. *Compartimentele cu acces prin panoul frontal* sunt destinate dispozitivelor care folosesc medii amovibile. Unitățile de dischetă, CD, DVD și de bandă trebuie instalate în compartimente cu acces prin panoul frontal.

La *compartimentele interne* nu aveți acces prin panoul frontal. Acestea se pot afla undeva departe în interiorul calculatorului sau imediat sub compartimentele cu acces prin panoul frontal. Compartimentele interne sunt destinate dispozitivelor cu care utilizatorii nu interacționează direct, adică cele pe care nu este nevoie să le vedeți sau să le atingeți. Principalul ocupant al unui compartiment intern este unitatea de hard-disc.

## Tipodimensiuni

Unitățile de disc au diferite înălțimi și lățimi. Unitatea de măsură de bază pentru dimensiunea unei unități este tipodimensiunea (form factor). O tipodimensiune este volumul unei unități standard create pentru manipularea unui anumit mediu. În general, în discuțiile despre calculatoare personale sunt folosite mai multe tipodimensiuni, cu variații de la 8 la 1,3 inci, majoritatea acceptând una sau mai multe înălțimi pentru dispozitive.

O unitate de dimensiune standard, care definește tipodimensiunea și umple întregul volum al acesteia, este, de obicei, un dispozitiv din prima generație. Dimensiunile exacte, alese din anumite motive, considerate potrivite în momentul proiectării, probabil țin seama și de starea de spirit a inginerului care a făcut proiectarea. Dacă unitatea are o mărime rezonabilă și succes pe piață – destul de mult ca să determine și alți producători să investească – dimensiunile produsului sunt copiate, devenind standard.

## Înălțimea dispozitivelor

A doua generație a oricărui dispozitiv hardware are ca rezultat o reducere de un tip oarecare. Reducerea costurilor, precizia mai mare, experiența de producție în inevitabila cerință de a monta mai mult într-un spațiu mai mic duce la micșorarea dispozitivelor. Rezultatul procesului de miniaturizare este o varietate de dispozitive cu dimensiuni fracționale, în special pentru tipodimensiunile de 5,25 și 3,5 inci. La 5,25 inci, dispozitivele sunt măsurate în fracții ale înălțimii originale. De-a lungul timpului au fost produse unități cu înălțimea de două treimi, jumătate, o treime sau un sfert din valoarea originală.

Pentru tipodimensiunea de 3,5 inci, dimensiunile sunt mai practice, fiind măsurate ca înălțimi reale, în inci. Unitățile originale de 3,5 inci pot fi considerate a avea înălțime standard și măsoară 1,6 inci. Următoarea dimensiune, răspândită pe scară largă, este înălțimea de un inci (sau 5/8, pentru cei care preferă fracțiile). Pentru unele dispozitive au fost folosite și înălțimi mai mici de un inci, ajungând până la 0,6 inci.

Înainte ca unitățile de 3,5 să ajungă bidimensionale, au apărut tipodimensiuni mai mici – 2,5, 1,8 și 1,3 inci. Dispozitivele de 2,5 inci au fost proiectate, în principal, pentru calculatoarele notebook. Unitățile mai mici sunt destinate calculatoarelor de mână (palmtop), uneori sub forma plăcilor de extensie de dimensiunea cărților de credit. Dimensiunea de 1,8 inci este preferată pentru plăcile PC Card tip 3, care respectă cele mai recente standarde promulgate de PCMCIA.

Rețineți că toate unitățile mai mici de 3,5 inci sunt destinate unor sisteme sau carcase proiectate pornind de la aceste unități. Cu alte cuvinte, numai producătorii de PC-uri trebuie să își facă probleme cu privire la dimensiunile unității și instalarea acesteia.

O dată cu introducerea standardului Device Bay, mulți producători de PC-uri speră ca problema tipodimensiunilor să dispară de pe piața de consum. Susținătorii standardului Device Bay speră ca toate unitățile să fie astfel împachetate încât să încapă într-un compartiment Device Bay.

### Montarea în dulapuri

Cele mai multe scheme de montare a unităților sunt destinate instalărilor permanente. Se presupune că unitatea de hard-disc va exista la fel de mult ca și PC-ul. Totuși, în anumite situații vă doriți ceva mai puțin permanent.

Dacă lucrați cu secrete sau aveți în calculator informații de valoare, probabil nu doriți să lăsați PC-ul nesupravegheat peste noapte. Deși împachetarea și depozitarea PC-ului peste noapte este un efort prea mare pentru cei mai mulți oameni, scoaterea unei unități de disc și închiderea acesteia într-un seif nu este o problemă.

Deși hard-discurile sunt destul de fiabile, orice disc adăugat în sistem crește posibilitatea de defectare. Unitățile de disc multiple și necesitatea funcționării fiabile sunt strâns legate de sistemele RAID. Pentru reducerea timpului de reparare, cele mai multe sisteme RAID permit montarea unităților „la cald".

În ambele cazuri, soluția este montarea într-un dulap amovibil, numit *rack*. Dulapurile cu schimbare la cald tipice vă permit să instalați un hard-disc de 3,5 inci într-un compartiment de 5,25 inci. Dulapul nu este doar un adaptor, ci un sub-modul care conține unitatea, asigură conectarea și fixează unitatea în poziția corectă. Puteți să scoateți unitatea la terminarea programului de lucru sau să înlocuiți o unitate cu alta în orice moment. Fiecare producător de dulapuri folosește modele proprii, așa că diferitele sisteme de dulapuri nu sunt compatibile.

## Sloturi

Sloturile de extensie nu sunt identice. Cu alte cuvinte, nu orice slot este un slot. Sloturile de extensie diferă prin două aspecte: standardul respectat și lungimea.

Standardul respectat se referă, în general, la magistrală, așa cum am discutat în Capitolul 7, „Magistrala de extensie". În general, PC-urile de tranziție actuale – adică cele care încă mai au sloturi ISA – clasifică sloturile în trei categorii, în funcție de standardele respectate: PCI, ISA și combinație. Datorită proiectării mecanice inteligente a plăcilor PCI – care au componentele electronice montate pe partea opusă față de plăcile ISA și se montează pe partea opusă a fiecărui slot – un singur slot fizic de extensie poate conține atât un conector ISA, cât și un conector PCI. Aceste sloturi combinate vă permit să instalați oricare dintre cele două tipuri de plăci. În ciuda existenței a două conectoare, o singură placă poate fi instalată în slot. Puteți avea un slot ISA sau un slot PCI, dar nu ambele în același timp.

Pentru a crește numărul total de sloturi, mulți producători precizează că sistemele (sau plăcile de bază) conțin și un slot AGP (Accelerated Graphics Port). Din punct de vedere tehnic, au dreptate. Slotul AGP funcționează la fel ca un slot de extensie. Dar acest slot este irelevant atunci când analizați posibilitățile de extindere. Orice sistem cu un port AGP are deja, probabil, o placă grafică AGP instalată (de ce altceva ar mai avea slotul?), așa că acest slot nu este niciodată disponibil pentru extinderea sistemului (deși vă permite să modernizați sistemul video). Plăcile de extensie obișnuite – ISA și PCI – nu pot fi instalate în slotul AGP dintr-un PC.

În plus, sloturile pot avea și lungimi diferite. Un slot cu *dimensiune standard* vă permite să instalați plăci cu orice lungime. Un *slot scurt* nu permite instalarea plăcilor cu lungime standard. Deși specificațiile PCI precizează dimensiunile unui slot scurt, producătorii de PC-uri stabilesc lungimea sloturilor scurte în funcție de proiectare. În general, sloturile scurte au mai mult de jumătate din lungimea unui slot cu lungime standard și permit

instalarea celor mai multe plăci scurte. Cele mai multe plăci de extensie moderne sunt scurte, așa că nu ar trebui să aveți probleme la găsirea unui slot corespunzător.

## Standardul Device Bay

Deși schimbarea unităților de disc dintr-un PC nu este o experiență la fel de interesantă ca, să zicem, spălarea unei pisici, se apropie foarte mult. Zgârieturile pot fi mai mult emoționale decât epidermice, dar așteptarea evenimentului este rareori un motiv de bucurie. Este o operație obositoare, lipsită de satisfacții și care poate cauza răniri – degete julite, mândrie rănită și hemoragii în contul din bancă. Ca să vă scape de aceste probleme – și, coincidență, să economisească plata personalului de deservire care răspunde la apelurile de asistență tehnică – Compaq, împreună cu Intel și Microsoft, au pus la punct un standard pentru conectarea hard-discurilor și a dispozitivelor înrudite. Numit Device Bay, standardul propus este în curs de dezvoltare de mai mulți ani și, în momentul scrierii acestei cărți, nu a fost încă aprobat. Deși Device Bay este o caracteristică recomandată pentru toate PC-urile care respectă specificațiile Intel/Microsoft PC99, la sfârșitul anului 1999 nu erau disponibile nici standardul final, nici produse care să respecte această prevedere. Specificațiile erau încă în curs de dezvoltare, ajungând la versiunea 0.9.

Pentru transformarea specificațiilor Device Bay într-un standard complet, eforturile curente au fost transferate organizației Device Bay Trade Association, cu un grup intern care lucrează la finalizarea specificațiilor. Directorul grupului de lucru a precizat că standardul Device Bay va fi acceptat de versiunea a doua a sistemului de operare Windows 98 și de prima versiune Windows 2000, deși suportul va fi limitat la CD, DVD și unitățile de hard-disc care nu pot fi folosite pentru încărcarea sistemului.

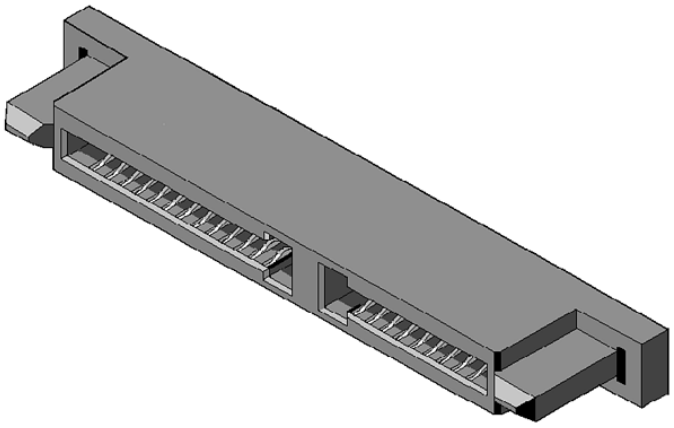
Totuși, unitățile de stocare masivă sunt numai una dintre țintele standardului Device Bay. Sistemul de montare este proiectat astfel încât să fie suficient de flexibil pentru a permite instalarea echipamentelor de comunicații (cum ar fi modemuri și adaptoare de rețea) și a sistemelor de securitate.

Producătorii de periferice au la dispoziție mai multe opțiuni. Standardul Device Bay acceptă trei tipodimensiuni și două interfețe, USB și IEEE 1394. Numai viteza interfeței alese limitează potențialul final; implementările curente ale conexiunilor IEEE 1394 nu asigură performanțele cerute de sistemele de afișare moderne. Deși viteza interfeței IEEE 1394 poate ajunge la 3.200 Mbiți/sec, aceasta încă este mai lentă decât cele mai rapide versiuni AGP.

Scopul modelului este de a face schimbarea unităților la fel de ușoară ca a plăcilor PC Card; veți putea să înlocuiți unitățile indiferent dacă PC-ul rulează sau nu. Standardul Device Bay integrează ambele interfețe într-un singur conector, proiectat special pentru schimbarea la cald.

Deși conexiunile fizice diferă față de standardele de interfață prezentate în Capitolul 20, „Porturile periferice“, implementările Device Bay respectă din punct de vedere electric și logic standardele corespunzătoare. Toate compartimentele Device Bay acceptă ambele interfețe; un dispozitiv poate să folosească oricare dintre cele două interfețe sau chiar să le combine. În plus, același conector integrat include și conexiunile de alimentare ale dispozitivului. Figura 26.1 prezintă conectorul Device Bay existent în interiorul PC-urilor care respectă acest standard.

**FIGURA 26.1**
*Conectorul folosit de sistemul de extensie Device Bay.*



Conectorul tată se află în partea din spate a fiecărui modul Device Bay. Pentru protejarea contactelor, întregul conector se află într-o poziție mai retrasă față de planul panoului din spate al modulului.

Standardul propus asigură și conectarea interfețelor actuale. Unitățile cu interfață AT Attachment sunt montate într-un modul Device Bay împreună cu circuitele care transformă semnalele ATA în semnale IEEE 1394. De fapt, sistemul Device Bay este un rack cu schimbare la cald, la fel ca cele folosite de sistemele de stocare RAID, dar include toate caracteristicile de recunoaștere și configurare automate ale interfețelor USB și FireWire.

Cele trei dimensiuni de module sunt diferențiate de înălțimile în milimetri, fiind numite DB13, DB20 și DB32. Primele două sunt identice ca lățime și lungime, dar ultimul este mai lat și mai lung. În plus, modulele Device Bay mai mari au conectoare suplimentare de alimentare. Tabelul 26.1 prezintă dimensiunile celor trei tipuri de module Device Bay.

**Tabelul 26.1** Dimensiunile modulelor Device Bay

| *Tipodimensiune* | *Înălțime* | *Lățime* | *Lungime* | *Greutate maximă* |
|---|---|---|---|---|
| | *Inci/Milimetri* | *Inci/Milimetri* | *Inci/Milimetri* | *Livre/Kilograme* |
| DB13 | 0,512/1,30 | 5,118/130,0 | 5,571/141,5 | 0,77/0,33 |
| DB20 | 0,787/2,00 | 5,118/130,0 | 5,571/141,5 | 1,10/0,50 |
| DB32 | 1,260/32,0 | 5,748/146,0 | 7,008/178,0 | 3,08/1,40 |

Compartimentul Device Bay asigură un canal format din ghidaje aflate de o parte și de alta a compartimentului, atât sus, cât și jos. Un dispozitiv glisează între șinele ghidajului. Pentru ca dispozitivul să nu se miște în compartiment, specificațiile recomandă ca ghidajele să aibă o mică margine în partea de sus, astfel încât să fixeze ferm dispozitivul.

Toate modulele de dispozitive trebuie să aibă aceeași lungime cu compartimentul pentru care sunt proiectate. În acest fel, conectorul asigură legături ferme, iar partea din față a dispozitivului se aliniază cu panoul frontal al PC-ului gazdă. Fiecare compartiment are și un mecanism de scoatere a modulului. În cea mai simplă formă, un buton aflat în partea din față face legătura cu o pârghie aflată în spate. Apăsarea butonului determină împingerea modulului afară din compartiment. Specificațiile nu exclud implementarea unor mecanisme motorizate, care operează la fel ca sertarele unităților de CD sau DVD, legate de controale software.

## Funcționare electrică

Contactele conectorului Device Bay din spatele fiecărui modul pot fi lungi sau scurte, astfel încât circuitele cărora le sunt alocate contactele lungi sunt conectate primele. Toate contactele de masă și ale tensiunilor de identificare sunt lungi, acestea conectându-se primele.

Sistemul de conexiuni IEEE 1394 cere ca un pin de transmisie să se conecteze cu un pin de recepție. În loc să încrucișeze aceste conexiuni în cablu, sistemul Device Bay inversează definițiile pinilor la dispozitive și în compartimente.

Doi pini identifică interfața folosită de un modul Device Bay, unul pentru USB și unul pentru IEEE 1394. Pentru a indica interfața folosită de un modul, pinul corespunzător interfeței respective este conectat la masă; în caz contrar, pinul nu este conectat.

Deși asigură toate canalele de date ale interfețelor IEEE 1394 și USB, conectorul Device Bay nu folosește conectoarele corespunzătoare acestor standarde. Mai mult, nu asigură conexiuni separate de alimentare, conform acestor specificații. Totuși, conectorul Device Bay include conexiuni de alimentare pentru trei tensiuni, permițând alimentarea unei mari varietăți de unități. Tensiunile asigurate sunt 3,3, 5,0 și 12 volți. În plus, conectorul Device Bay asigură o conexiune prin care indică activitatea dispozitivului – de exemplu, prin iluminarea intermitentă a unui indicator de pe panoul frontal al PC-ului.

Conectorul Device Bay este împărțit în două. Secțiunea de semnale folosește 26 de conexiuni, iar segmentul de alimentare folosește 18, ajungându-se la un total de 44 de pini aranjați pe două rânduri paralele. Tabelul 26.2 prezintă pinii conectorului Device Bay și funcțiile acestora.

**Tabelul 26.2** Configurația pinilor pentru conectorul mamă Device Bay

| *Pin* | *Semnal* | *Semnal* | *Pin* |
|---|---|---|---|
| A1 | Masă | Masă | A14 |
| A2 | TPB | Masă | A15 |
| A3 | TPB# | Masă | A16 |
| A4 | Masă | Masă | A17 |
| A5 | TPA | Masă | A18 |
| A6 | TPA# | Masă | A19 |
| A7 | Masă | Masă | A20 |
| A8 | 1394PRSN# | Masă | A21 |
| A9 | DEV_ACT# | Masă | A22 |
| A10 | USBPRSN# | Masă | A23 |
| A11 | D+ | Masă | A24 |
| A12 | D- | Masă | A25 |
| A13 | $V_{id}$ | Rezervat | A26 |
| Spațiu liber și chei pentru segmentele de semnale și de alimentare | | | |
| B1 | $V_{33}$ | Masă | B10 |

*continuare*

**Tabelul 26.2** Continuare

| *Pin* | *Semnal* | *Semnal* | *Pin* |
|---|---|---|---|
| B2 | $V_{33}$ | Masă | B11 |
| B3 | $V_{33}$ | Masă | B12 |
| B4 | $V_{33}$ | Masă | B13 |
| B5 | $V_{33}$ | Masă | B14 |
| B6 | $V_{33}$ | Masă | B15 |
| B7 | $V_{12}$ | $V_5$ | B16 |
| B8 | $V_{12}$ | $V_5$ | B17 |
| B9 | $V_{12}$ | $V_5$ | B18 |

## Montarea plăcii de bază

O placă de bază trebuie să fie cumva montată în interiorul carcasei, iar producătorii de PC-uri au imaginat mai multe moduri de fixare a plăcilor de bază. Această operație, aparent simplă, este mai complexă decât credeți. Placa de bază nu poate fi pur și simplu prinsă în șuruburi. Capetele tăiate ale pinilor componentelor montate în găuri fac ca partea de jos a plăcii să nu fie netedă, iar îndoirea plăcii poate duce la forțarea acesteia și chiar ruperea traseelor de circuit ascunse. În plus, cele mai multe carcase sunt metalice, iar instalarea plăcii direct pe panoul de jos al carcasei poate avea ca rezultat scurtcircuite electrice. Ca urmare, nu numai că placa de bază trebuie să fie bine fixată, dar trebuie să rămână la o fracțiune de inci (de obicei, între 3/8 și 1/2 inci) de partea de jos a carcasei.

IBM a rezolvat cu ingeniozitate problema montării plăcii de bază în primul PC. Plăcile de bază din aceste mașini – și din mașinile produse ulterior de această firmă și de multe altele – folosesc o combinație de șuruburi și de distanțiere specializate, care simplifică producția (și înlocuirea plăcii). Modelul este uimitor de simplu, folosind doar două (uneori trei) șuruburi.

Restul găurilor de montare din aceste plăci de bază este folosit pentru cleme de nailon, care fixează placa de bază și o izolează de șasiul de metal. Clemele au două aripioare care trec prin orificiul din placa de bază și se desfac, fixându-se. Partea de jos a clemelor intră într-un canal special aflat pe fundul carcasei PC-ului.

Din punct de vedere mecanic, cele două sau trei șuruburi fixează placa de bază, în timp ce clemele de nailon asigură distanța pe verticală a plăcii și intră în canale speciale, formate în metalul carcasei, permițând glisarea plăcii în poziția corectă.

În această schemă, desfacerea șuruburilor vă permite să glisați placa de bază către stânga, eliberând clemele de prindere din canale. Pentru instalare, nu trebuie decât să așezați placa pe șasiu, astfel încât clemele să intre în canalele de montare, apoi să deplasați placa spre dreapta, până când găurile libere ajung în dreptul găurilor de montare din șasiu. Deoarece numărul de șuruburi este minim, și munca de asamblare este redusă – un aspect important atunci când planificați să produceți sute de mii de mașini.

Alți producători de calculatoare personale au pus la punct metode proprii de montare a plăcilor de bază. Unii producători economisesc costul sudării canalelor de montare, făcând câteva găuri în partea de jos a șasiului și asigurând un număr de distanțiere de

plastic (de obicei, simple tuburi de nailon) și de șuruburi. Distanțierele au același rol ca și clemele de nailon – de a ține placa la distanță constantă deasupra șasiului.

Multe sisteme moderne, care se conformează modelului ATX, au plăci de bază montate prin glisare. După ce desfaceți câteva șuruburi, placa de bază poate fi scoasă prin glisare, în lateral sau prin spatele carcasei. O idee bună, dar departe de a fi perfectă. În ciuda accesului ușor din exterior, tot trebuie să desfaceți carcasa ca să scoateți plăcile de extensie și conectoarele interne, înainte de a putea să trageți afară placa de bază.

Plăcile standard actuale (ATX, mini-ATX, micro-ATX, NLX, WTX și așa mai departe) simplifică găsirea plăcii de bază potrivite. Aceste standarde definesc exact poziția găurilor de montare. Dacă standardul plăcii de bază corespunde cu stilul carcasei (adică dacă înlocuiți placa de bază cu una care respectă același standard), aveți garanția că totul se potrivește. Nu trebuie să mai faceți găuri, nici nu vă rămân piese după ce terminați – cel puțin nu mai mai mult decât la orice alt proiect.

Atunci când instalați o placă de înlocuire într-o carcasă mai veche, nestandardizată, care vă forțează să faceți improvizații cu șuruburi și distanțiere, aveți două posibilități. Puteți să înșurubați distanțierele în carcasă și să puneți placa de bază deasupra lor, apoi să o înșurubați în distanțiere. A doua soluție este să prindeți distanțierele de placă, apoi să încercați să potriviți distanțierele în găurile din carcasă. Nici una dintre metode nu este satisfăcătoare, deoarece aveți aproximativ 10 găuri și șuruburi pe care trebuie să le faceți să corespundă, ceea ce, dată fiind lipsa de precizie cu care sunt produse aceste carcase, nu reușește niciodată. Cea mai bună soluție este un compromis. Prindeți distanțierele de placă, fără să le strângeți, apoi încercați să potriviți șuruburile din partea de jos a distanțierelor în găurile de pe carcasă. Ar trebui să puteți trage distanțierele până ajung în găurile corespunzătoare.

Uneori, atunci când vreți să modernizați sau să reparați un PC prin înlocuirea plăcii de bază, descoperiți că găurile din carcasă și din placa de bază sunt total diferite. În asemenea situații, cea mai bună soluție este să modificați carcasa, făcând găuri care să corespundă celor de pe placa de bază, apoi să folosiți șuruburi și distanțiere pentru montare. Nu modificați niciodată placa de bază, făcând găuri în substrat. Puteți să distrugeți traseele de circuit, dintre care unele sunt invizibile, fiind ascunse în straturile plăcii de bază.

# Răcirea

O carcasă poate fi o incintă închisă. Poate să nu lase nimic să scape, nici măcar căldura generată de circuitele electronice, ca produs secundar al îndeplinirii funcțiilor normale. În orice circuit (cu excepția celor superconductoare), o parte din electricitate este transformată în căldură de rezistența electrică a circuitului. De asemenea, este generată căldură de fiecare dată când un element de circuit își schimbă starea. De fapt, aproape toată electricitatea consumată de un calculator se transformă în căldură.

În interiorul carcasei protectoare (și închise) a calculatorului, căldura se acumulează, crescând temperatura. Căldura este cel mai mare inamic al circuitelor semiconductoare; poate să le scurteze considerabil viața sau chiar să determine o defectare catastrofală. Carcasa trebuie să asigure modalități de eliminare a excesului de căldură. De fapt, căldura acumulată în interiorul PC-urilor poate să nu fie imediat fatală circuitelor semiconductoare. De exemplu, cele mai multe microprocesoare se opresc (sau generează erori care determină oprirea PC-ului) înainte să se producă deteriorări permanente asupra lor sau a altor componente din PC. Totuși, căldura poate să cauzeze îmbătrânirea prematură a circuitelor și să le micșoreze durata de viață.

Proiectarea carcasei unui PC determină cât de bine este rezolvată problema acumulării de căldură. O carcasă eficientă în răcirea circuitelor electronice poate să prelungească viața sistemului. Sistemele mai bune includ modalități specifice prin care asigură răcirea corespunzătoare a componentelor fierbinți din interior (microprocesorul, memoria și sistemul grafic). Răcirea pasivă este combinată cu cea activă, folosindu-se o gamă de ventilatoare, radiatoare și canale de aer.

## Convecția pasivă

Cea mai evidentă cale de răcire a unui PC este să faceți găuri în carcasă, pentru a permite ieșirea căldurii – dar menținând găurile suficient de mici ca să nu permită intrarea unor lucruri, precum șoarecii sau laptele. În timp, convecția pasivă – aerul cald, mai rarefiat, se ridică, în timp ce aerul rece, mai dens, coboară și îi ia locul – lasă excesul de energie termică să iasă din carcasă.

Orice piedică în calea curentului de aer încetinește efectul de răcire pasivă. În general, cu cât carcasa are mai multe găuri, cu atât PC-ul lucrează mai bine. Scoateți capacul, și căldura este disipată, împreună cu toate grijile legate de temperatură.

Din nefericire, carcasa PC-ului ar trebui să stea închisă. Capacul nu împiedică doar răcirea, ci reprezintă și o modalitate eficientă de reducere a interferențelor. De asemenea, face ca PC-ul să fie mai puțin zgomotos, nu permite pătrunderea în calculator a lichidelor și a obiectelor străine și oferă un suport pentru monitor.

Deseori, răcirea pasivă nu este suficientă. Numai modelele cu consum redus (cum ar fi PC-urile notebook sau sistemele Green PC) generează o cantitate de căldură suficient de mică pentru ca răcirea prin convecție să fie eficientă. Alte sisteme generează mai multă căldură decât disipează în mod natural.

## Răcirea activă

Alternativa răcirii pasive este, așa cum vă așteptați, răcirea activă, care folosește un tip oarecare de forță pentru îndepărtarea excesului de căldură. Principala opțiune pentru PC-uri este ventilatorul. Microprocesoarele din clasa Pentium, care consumă multă energie (și, ca urmare, generează multă căldură) impun răcirea activă.

Ventilatorul microprocesorului nu este singurul element de răcire activă din cele mai multe PC-uri. Ascuns de obicei în interiorul sursei, ventilatorul calculatorului forțează circulația aerului prin calculator și prin sursa de alimentare. Ventilatorul trage în calculator aer din afară, pentru asigurarea circulației, și scoate afară aerul încălzit.

Sistemele de răcire ale primelor PC-uri erau prost concepute pentru răcirea activă. Ventilatoarele erau proiectate numai pentru răcirea circuitelor sursei de alimentare, și numai incidental a celorlalte circuite din calculator. Mai mult, din cauza proiectării necorespunzătoare, cea mai mare parte a aerului era absorbit prin fanta unității de dischetă. Împreună cu aerul, intrau praful și impuritățile din atmosferă, poluând mediile de stocare din unitate. Cantitatea de aer absorbită abia era suficientă pentru răcirea puținelor circuite ale sursei de alimentare.

Din nefericire, mulți dintre producătorii mici de calculatoare (numiți uneori producători „de nivelul trei“ – înțelegând prin aceasta un întreprinzător cu o șurubelniță, câteva plăci de bază și un plan vag de afaceri) se bazează pe metode de răcire care nu depășesc nivelul de bază. În cel mai bun caz, instalează un radiator și un ventilator pe microprocesorul sistemului ca să îl mențină în funcțiune (multe microprocesoare au ventilatoare

integrate), bazându-se pe ventilatorul sursei de alimentare pentru asigurarea curentului de aer în interiorul sistemului.

## Răcirea avansată

Calculatoarele mai bune au sisteme de răcire proiectate cu grijă, dirijând curentul de aer acolo unde este necesar. Construcția de plastic elaborată din interiorul acestor PC-uri se asigură că părțile cele mai fierbinți ale PC-ului sunt răcite cel mai bine. În calculatoarele mai vechi, puteți să îmbunătățiți sistemul de răcire existent. Există ventilatoare suplimentare care se prind de panoul din spate al sistemului și surse de alimentare cu ventilatoare mai puternice. Aceste ventilatoare cresc viteza de circulație a aerului în interiorul sistemului, potențial scăzând temperatura internă și prelungind durata de viață a componentelor. Totuși, rețineți că nu există date certe care să ateste că răcirea suplimentară prelungește viața componentelor unui PC. Dacă nu îngrămădiți în PC toate accesoriile imaginabile, probabil nici nu aveți nevoie de un astfel de dispozitiv (decât pentru liniștea sufletească pe care v-o asigură).

Pe de altă parte, blocarea curenților de aer ai sistemului de răcire poate fi fatală pentru orice PC, permițând acumularea unei cantități prea mari de căldură în interiorul sistemului. Nu plasați niciodată un PC într-un loc în care circulația aerului este împiedicată (cum ar fi un sertar sau un raft în care calculatorul abia încape). Nu blocați niciodată fantele sau orificiile de răcire ale carcasei.

## Defectarea ventilatorului

Ventilatorul din interiorul sursei de alimentare este o necesitate, nu un lux. Dacă acesta se defectează, calculatorul funcționează în continuare – cel puțin pentru o vreme. Dar temperatura din interior crește. Calculatorul – și în special sursa de alimentare – se poate defecta catastrofal din cauza supraîncălzirii.

Simptomele defectării ventilatorului sunt subtile, dar nu este greu să le detectați. Auziți diferența în zgomotul făcut de sistem. S-ar putea chiar să simțiți mirosul produs de încălzirea componentelor dincolo de temperatura sigură de funcționare.

Dacă detectați oricare dintre aceste simptome, țineți mâna în apropierea locului pe unde iese în mod normal aerul din calculator. (Pentru cele mai multe PC-uri, aceasta este deschizătura de formă rotundă prin care se zărește ventilatorul.) Dacă nu simțiți un curent de aer, puteți fi sigur că ventilatorul nu-și mai face treaba.

Problemele legate de ventilatoarele microprocesoarelor sunt mai greu de detectat. Nu puteți să diferențiați zgomotul făcut de aceste ventilatoare din zgomotul general al sistemului, așa că nu puteți să vă dați seama dacă ventilatorul microprocesorului funcționează. Singura cale prin care puteți să vă asigurați de acest lucru este să deschideți PC-ul și să aruncați o privire – și nici atunci nu puteți fi sigur. Ventilatoarele microprocesoarelor (ca și alte ventilatoare din PC) pot fi controlate de un termostat. Aceasta înseamnă că pot fi pornite numai atunci când termostatul detectează o temperatură prea mare. În astfel de sisteme, o singură privire nu este suficientă, pentru că este posibil ca ventilatorul să funcționeze, dar să fie defect termostatul.

Multe PC-uri cu ventilatoare controlate de termostat vă permit să stabiliți dacă ventilatorul funcționează tot timpul, este oprit sau pornește în funcție de temperatură. În cele mai multe sisteme care oferă aceste opțiuni, configurarea se face prin BIOS. Pentru a verifica dacă termostatul sau ventilatorul au probleme, schimbați opțiunile din BIOS, astfel încât ventilatorul să funcționeze continuu. Dacă nu funcționează nici în acest caz,

ventilatorul este defect. Dacă ventilatorul funcționează și problemele pe care suspectați că le generează supraîncălzirea dispar, înseamnă că termostatul este defect.

Dacă aveți un PC cu ventilatorul controlat de termostat, dar nu aveți posibilitatea să faceți testul descris mai sus, cel mai bine este să porniți de la presupunerea că ventilatorul este defect. În definitiv, puteți să înlocuiți ventilatorul, dar pentru repararea termostatului trebuie să apelați la un tehnician. Înlocuirea ventilatorului este o idee bună dacă PC-ul se oprește periodic sau se blochează după ce se încălzește.

Defectarea ventilatorului reprezintă o urgență. Dacă se întâmplă așa ceva, salvați imediat ceea ce lucrați și opriți calculatorul. Deși puteți să folosiți calculatorul pentru perioade scurte, cea mai bună strategie este să înlocuiți ventilatorul sau sursa de alimentare imediat ce este posibil.

# Radiațiile

În afară de căldură, toate circuitele electrice generează și altceva – câmpuri electromagnetice. Orice flux de energie electrică creează un câmp electromagnetic radiant. Stațiile de radio și televiziune trec energii de ordinul kilowaților prin antene, astfel încât această energie (împreună cu programele, sub forma modulației) este radiată deasupra teritoriului, fiind captată de aparatele de radio sau TV, spre încântarea sau enervarea dumneavoastră.

Circuitele din interiorul calculatoarelor funcționează în același fel, dar la o scară mai mică. Traseele de circuite funcționează ca mici antene, radiind energie electromagnetică de fiecare dată când calculatorul este pornit. O dată cu cantitatea de prelucrări, crește și cantitatea de radiații.

Aceste radiații nu pot fi văzute, auzite, pipăite sau mirosite, așa cum nu puteți să detectați nici emisiunile unei stații radio (cel puțin fără un aparat de radio), așa că ați putea crede că nu aveți nici un motiv să vă faceți probleme în privința lor. Dar chiar și semnalele invizibile sunt periculoase, iar faptul că sunt invizibile este cu atât mai îngrijorător; s-ar putea să nu știți niciodată că există. Carcasa PC-ului este principalul (și deseori singurul) mijloc de protecție împotriva radiațiilor emise de circuitele electronice.

Problemele generate de radiații au două aspecte: radiațiile care interferă cu alte semnale, mai utile, și radiațiile care vă afectează sănătatea.

## Interferența în radiofrecvență

Semnalele radiate de un PC sunt de domeniul microwaților, probabil de un miliard de ori mai slabe decât cele emise de o stație de radiodifuziune. Ați putea să vă gândiți că semnalele de radiodifuziune le acoperă pe cele emise de PC. Dar puterea semnalelor scade foarte mult cu distanța de la sursă. Legea de scădere este pătratică; ca urmare, un semnal aflat de o mie de ori mai departe este de un milion de ori mai mic. Stațiile de radio și televiziune se află, de obicei, la distanțe de ordinul kilometrilor, așa că emisiunile PC-ului pot să depășească semnalele de difuziune, transformând transmisiile în ceva de neînțeles.

Radiațiile emise de circuitele unui calculator au o mare varietate de frecvențe, incluzând nu numai domeniul ocupat de stațiile radio și televiziune, dar și cel al sistemelor de navigație pentru aviație, servicii radio de urgență și chiar echipamentele de spionaj pe care s-ar putea ca unele agenții guvernamentale să le fi îngropat în pereții casei dumneavoastră. Dacă nu sunt controlate, aceste radiații pot să afecteze nu numai aparatele dumneavoastră de radio, ci și pe ale vecinilor. Radiațiile din domeniul radio generează ceea ce se numește interferență în radiofrecvență sau RFI (radio frequency interference), denumită astfel deoarece interferează cu alte semnale din spectrul radio.

Agenția guvernamentală care are ca sarcină gestionarea interferențelor radio – Federal Communications Commission – a stabilit reguli stricte privind undele radio pe care le pot emite calculatoarele personale. În esență, standardele FCC impun o politică de bună vecinătate. Conform standardelor, radiațiile FCI ale PC-ului trebuie să fie suficient de mici ca să nu vă deranjeze vecinii, chiar dacă pot să bruieze semnalele radio din casa sau biroul dumneavoastră.

Comitetul FCC stabilește două standarde: Clasa A și Clasa B. Echipamentele pentru calculatoare trebuie să îndeplinească standardul FCC Class A ca să poată fi comercializate pentru a fi folosite în domenii profesionale. Pentru uz casnic, PC-urile trebuie să fie certificate conform standardului FCC Class B, mai strict.

Producătorii de echipamente, nu utilizatorii, trebuie să asigure certificarea FCC. Totuși, dumneavoastră aveți obligația să vă asigurați că echipamentele pe care le folosiți nu creează interferențe în casele vecinilor. Dacă aveți un PC care creează interferențe, este responsabilitatea dumneavoastră să eliminați problemele. Deși ați putea aduce acasă echipamente din clasa A, nu aveți motive să faceți acest lucru. Sarcina de eliminare a interferențelor este mai simplă în cazul echipamentelor certificate conform standardului FCC Class B, deoarece nivelul de emisie maxim este mai mic, așa că aveți un avantaj de la început. În plus, îndeplinirea standardului Class B înseamnă o construcție generală mai bună, ceea ce înseamnă că obțineți o carcasă mai bună și un PC mai bun.

## Reducerea interferențelor

Cele mai multe interferențe cu semnalele de televiziune iau două forme: de zgomot și de semnal.

*Interferența de zgomot* apare pe ecran sub forma unor linii sau puncte care apar și se mișcă aleatoriu. Apariția aleatorie a zgomotelor reflectă originea acestora. Zgomotele sunt generate de impulsuri aleatorii de energie electrică. Cea mai obișnuită sursă de zgomote sunt motoarele electrice. Orice scânteie în periile unui motor electric generează un spectru larg de semnale în frecvență radio, pe care televizoarele le recepționează împreună cu semnalele normale. Și unele echipamente periferice pentru calculatoare pot să genereze astfel de zgomote.

*Interferența de semnal* apare, de obicei, ca un model de un tip oarecare afișat pe ecran – de exemplu, o serie de bare orizontale sau un fel de ninsoare care păstrează un model fix, în loc să se miște nebunește. Interferența de semnal este generată de semnale electrice periodice și regulate.

Interferențele cu semnalele de televiziune apar mai ales atunci când folosiți o antenă de cameră. Astfel de antene recepționează semnalele din imediata vecinătate a televizorului și, dacă PC-ul se află în apropiere, este foarte probabil ca semnalele acestuia să fie interceptate. Trecerea la semnale furnizate prin cablu sau folosirea unei antene externe schimbă punctul în care televizorul recepționează semnalele și poate să micșoreze sau să elimine interferențele generate de PC-urile aflate în apropierea televizorului.

Puteți să reduceți interferențele generate de PC, pentru îmbunătățirea semnalelor receptate de televizor, luând o serie de măsuri preventive.

Primul pas este să vă asigurați că ați montat capacul carcasei și că toate plăcile de extensie sunt prinse strâns cu șuruburi. Acoperiți cu panouri toate sloturile de extensie libere. Fixarea cu șuruburi este importantă, deoarece acestea asigură conexiunea la masă a plăcilor de extensie și a panourilor libere, care contribuie la ecranarea PC-ului. De

asemenea, această strategie reduce și pericolul de incendiu (oricum mic) pe care îl prezintă PC-ul.

Dacă interferențele persistă după ce prindeți totul în șuruburi, căutați locurile prin care pot apărea emisii de radiații. Cel mai probabil este ca vinovate să fie diferitele cabluri care leagă PC-ul de periferice, cum ar fi monitorul, tastatura și imprimanta. Deconectați cablurile unul câte unul și observați dacă interferențele dispar.

Deoarece operează la viteze mari (și, ca urmare, la frecvențe mari), cablurile SCSI externe sunt predispuse la emisii de radiații. Toate cablurile SCSI externe ar trebui să fie ecranate.

Dintre componentele unui PC, mouse-ul este cel mai puțin probabil să genereze interferențe TV. Mouse-ul lucrează cu date seriale, care au frecvențe prea mici pentru a genera interferențe, chiar și cu semnalele de televiziune VHF.

Dacă deconectarea unui cablu reduce interferențele apărute pe ecranul TV, următorul pas este să eliminați semnalul dăunător de pe cablu. Cea mai bună cale este montați un inel de ferită pe cablu. Multe cabluri folosite pentru calculatoare au deja inele de ferită. Acestea sunt blocuri cilindrice, montate pe cablu în apropierea unuia dintre conectoare. Instalați inelul de ferită pe cablul care generează probleme, în apropiere de punctul în care acesta iese din calculator. Puteți să cumpărați inele de ferită din multe magazine de componente electronice. De asemenea, puteți să cumpărați filtre proiectate pentru anumite tipuri de porturi. De obicei, acestea combină inele de ferită cu alte tipuri de filtre, proiectate special pentru frecvențele la care operează un anumit port.

Deconectarea unui cablu – cel de alimentare – ar trebui să elimine complet interferențele radiate de PC. În definitiv, PC-ul nu funcționează fără energie și nu poate să genereze sau să radieze nimic. Puteți să reduceți interferențele generate de linia de alimentare adăugând un filtru de zgomot între priză și conectorul PC-ului. De obicei, puteți să obțineți filtre de zgomot de la un furnizor de componente electronice. Deși un filtru de zgomot nu este același lucru cu un stabilizator de tensiune, cele mai multe stabilizatoare asigură și filtrarea zgomotelor.

## Probleme legate de sănătate

Unele radiații emise de PC-uri au frecvențe foarte joase, aflate sub domeniul folosit de stațiile radio. Frecvențele VLF (Very Low Frequency) și ELF (Extremely Low Frequency) sunt acuzate de unii oameni că ar cauza probleme de sănătate.

Carcasa PC-ului este prima linia de apărare împotriva acestor semnale. Carcasele metalice blochează câmpurile magnetice de frecvență joasă, despre care unele studii epidemiologice sugerează că sunt periculoase, și ecranează emisiile de câmpuri electrice. Carcasele de plastic sunt mai puțin eficiente. Acestea nu asigură ecranarea magnetică sau electrică. Dar carcasele de plastic nu trec de testele FCC. Cei mai mulți producători acoperă carcasele din plastic cu o vopsea conductoare, care limitează interferența. Totuși, aceste straturi de vopsea sunt, în mare măsură, ineficiente împotriva câmpurilor magnetice. Cele mai multe sisteme moderne folosesc carcase metalice sau ecrane metalice interne pentru reducerea radiațiilor.

Indiferent de construcția PC-ului, puteți să reduceți expunerea la radiațiile generate de carcasă asigurându-vă că aceasta este bine închisă și fixată. Reducerea interferențelor înseamnă strângerea în șuruburi a bridelor de prindere ale plăcilor de extensie din interiorul PC-ului și fixarea cu șuruburi a capacului carcasei. Păstrarea carcasei PC-ului bine închisă nu contribuie numai la sănătatea dumneavoastră, ci și la siguranța și integritatea sistemului.

# Index

## Simboluri


**100Base-T, standard de rețea, 1068**
**100MB, dischete, 516**
**10Base-2, standard de rețea, 1080**
**10Base-5, standard de rețea, 1080**
**10Base-T, standard de rețea, 1068, 1081**
**15 pini, conector D cu densitate mare, 838**
**16 biți, semnal Chip Select, 325-326**
**286, microprocesor, 130**
  magistrala ISA, 315-316
**2D, grafică, 708**
  atribute, 711-712
  blocuri, 709
  codarea culorilor, 715
  comenzi de grafică, 717
    *afișare în ferestre, 718-719*
    *desenare, 717-718*
    *obiect grafic mobil, 717-718*
    *panoramare prin mijloace hardware, 718-719*
    *transferuri pe blocuri de biți, 717-718*
  mapare pe biți, 710
  maparea culorilor, 716
  planuri de culoare, 712-714
  rezoluție, 711-712
  spații de culoare, 715
  vectori, 711
**2h1v, eșantionare, 739-740**
**2h2v, eșantionare, 739-740**
**2x, mod de transfer (AGP), 788**
**3,5 inci, dischete, 512**
  butuc, 513
  carcase, 512
  căptușeală, 513
  cheie de inserare, 513
  format, 514
  indicator de densitate, 514
  protejare la scriere, 513
**30 pini, SIMM, 214**
**32 de biți, mod de afișare a culorilor, 714**
**36 de biți, domeniu dinamic, 661**
**386, microprocesor, 131**
  licențiere, 122
  limite de memorie, 172-173
**3Com Corporation, 1068**
  DOCSIS, 1038
**3D Now!, 153**
**3D, audio, 867**
**3D, grafică, 719**
  acceleratoare, 758
    *BIOS, 775*
  efecte de iluminare, 722-723
    *trasarea razei, 722-723*
    *umbrire, 723*
  efecte de profunzime, 721-722
    *buffer z, 723*
    *perspectivă atmosferică, 722-723*
    *poziționare în profunzime, 722-723*
    *transparență, 723*
  intermediere dublă prin buffere, 724
  joystickuri, 652
  maparea texturilor, 720-721
  parchetare, 720-721
**3x, zoom, 677-678**
**40 de pini, conectoare, 419**
**4004, microprocesoare, 128-129**
**44 de pini, conectoare, 419-420**
**486, microprocesor, 132**
  rafale pentru transferarea datelor, 307
  socluri, 116-117
**4x, mod de transfer (AGP), 788-789**
**50 de pini, conector neecranat, 445-446**
**50 mm, lentile, 674**
**550 de oerstezi, bandă magnetică, 584-585**
**5x86, microprocesoare, 134**
**64 de biți, PCI, 76**
**640 KB, domeniu de adresare, 183**
**68 de pini, conector, 419-420, 448**
**6845, controller CRT, 762**
**6x86, microprocesoare, 156-157**
**765, controller, 454-455, 524**
**8 inci, dischete, 507**
**80 de pini, conectoare SCA, 448-449**
**8042, cip, 297**
**8086, microprocesoare, 129-130**
  mod real, 101
**8088, microprocesor, magistrală locală, 314-315**
**8253, contor de timp, 282**
**8259A, cip, 284-285**
**8514/A, monitor, 753**
**86C911, set de cipuri, 759**


## A


**A, cablu, 445**
**A, mufe USB, 908**
**AAC, 858-859**
**AC (curent alternativ), aparate foto digitale, 694-695**
**AC-3, 869**
**accelerarea ceasului, 108**

**acceleratoare de grafică, 756**
3D, 719
afișare în ferestre, 718-719
drivere, 745-746
**Accelis, cartușe, 594**
**acces la CD, 542**
**acces la memorie, 170**
**acces secvențial, 351**
CD/DVD, 538
**Accessibility Properties (proprietăți de accesibilitate)**
BounceKeys, 623
FilterKeys, 623
MouseKeys, 645
**ACCESS.bus, interfață serială, 833**
**ACK (confirmare), 434**
**acoperire**
CD, 535-536
salvări de siguranță pe bandă, 573-574
tratament antistrălucire, CRT, 809-810
**ACPI (Advanced Configuration and Power Interface), 1146**
configurare, 1149
dezactivare software, 1147
stări, 1147
**activ, mod de lucru, 408**
**actualizarea ecranului, afișare pentru aparate foto digitale, 691-692**
**acumulator, 85**
valori pentru porturi, 39-40
**Ad Lib, compatibilitate, 878-879**
**Adaptec, numere de identificare SCSI, 438-439**
**adaptoare, 1059, 1074**
conectoare SCSI, 445-446
*combinarea standardelor, 449-450*
module SIMM, 224
porturi paralele, 971
**adaptoare de afișare, 751**
BIOS, 775
*numere pentru moduri, 778*
*SVGA, 777*
*VGA, 776*
*video pentru PC, 775*
cerințe pentru alimentare, 1128
cipuri de accelerare, 756-757
*culori, 759-760*
*evaluarea vitezei, 760-761*
*lărgimea de bandă a magistralei, 760-761*
*lățimea regiștrilor, 759*
*memorie, 759-760*
*rezoluție, 759-760*
*suport asigurat de sistemul de operare, 760-761*
*suport VGA, 761-762*
circuite, 756
controllere video, 761-762
*CRT, 762*
*cursor hardware, 769*
*VGA, 766*
drivere, 748
interfețe inter-plăci, 790
*buclă, 791*
*VESA, canal media, 792*
*VESA, conector de bază, 792*
*VESA, conector video auxiliar, 791*
*VESA, port de interfață, 793*
interfețe interne, 782
*AGP, 784*
*magistrala ISA, 782-783*
*magistrală locală, 783-784*
*magistrale, 782-783*
*UMA, 790*
încărcare, 793-794
*mod de grafică, 793-794*
*moduri de text, 793-794*
*monocrom, 795*
memorie, 770-771
*adresa bufferului de cadre, 771*
operare, 793
RAMDAC, 769
tipuri de plăci, 755
**adaptoare de grafică, 32**
**adaptoare de rețea, cerințe privind alimentarea, 1128**
**adaptoare gazdă**
dispozitive de stocare, 374-375
interfața paralelă SCSI, 432
SCSI
*algoritmi de translatare, 436-437*
*frecvențe de ceas, 450*
*numere de identificare, 437*
*unități pentru încărcare, 438-439*
USB, 907
**adaptoare pentru folii transparente (scannere), 663**
**Address Enable, linie, 324-325**
**Address Latch Enable, linie, 324**
**Adobe Systems, PostScript, 1119-1120**
**adresare, 39-40**
AGP, 784-785
ATA
*BIOS, 425-426*
*regiștri, 425-426*
*semnalizare, 420-421*
baleiere video, 726
buffere de cadre, 185, 771
cache, 186
CD ROM, 551-552
CD-DA, standarde, 548
Celeron, 148
comutarea bancurilor, 187
controlul memoriei, 294
CRT, 808
indicator pentru modul video, 704-705
interfața paralelă SCSI, 435-436
limite ATA, 402
*CHS, 403*
*LBA, 405*
limite de capacitate LBA, 490
Link Access, protocol, 928-929

magistrala PC comparată cu magistrala AT, 316
magistrala PCI, multiplexare, 331
maparea memoriei, 249
mascare, 304
memoria superioară, 184
memorie de bază de 640 KB, 183
memorie în mod real, 182-183
memorie SRAM sincronă cu operare în rafale, 196-197
Mobile Pentium II, 147
mod de lucru în rafale, PCI, 332
mod protejat, 102-103
PC Card, cartele, 339
PC Card, memorie, 338
Pentium Pro, 143-144
planuri de culoare, 715
Plug-and-Play ISA, 328
sisteme de afișare, scriere directă, 704-705
unități de hard-disc, 480-481
*adresarea pe blocuri logice, 483*
*CHS, 481*
*parametrii hard-discurilor, 484*
*remaparea sectoarelor, 484*
*translatarea sectoarelor, 482*
USB, limite, 907
Xeon, 149
**adresare logică, modul real, 102-103**
**adresare pe blocuri logice, 483**
**adresă fizică, 480-481**
**adrese pentru memoria ecranului, scriere directă, 704-705**
**Advanced Configuration and Power Interface, 1146**
configurare, 1149
dezactivare software, 1147
stări, 1147
**Advanced Intelligent Tape, 598**
**Advanced Power Management (APM), interfață, 1141**
funcționare, 1144
stări, 1142
structură, 1143
**AER Energy Resources, PowerSlice XL, 1137**
**afișare cu baleiere dublă, 820**
**afișare în ferestre, 718-719**
**afișare în timp real, arbitrare FireWire, 919**
**afișare pe ecran lat, mod de lucru, 566**
**agent coroziv, 49-50**
**AGP (Accelerated Graphics Port)**
2x, mod de transfer, 788
4x, mod de transfer, 788-789
conectoare, 789-790
interfețe pentru adaptoare de grafică, 784
NLX, model, 66
plăci de extensie, 789
protocoale, 788
**AirPort, IrDA, 923-924**
**alarme, ceasuri de timp real, 284-285**
**alfa, canal, 714, 723**
**alfa, combinare, 724**
**algebră booleană, 42**
**algoritmi, 17**
comprimare audio, 856
**algoritmi de translatare, adresare SCSI, 436-437**
**alimentare, 1122**
alimentare electrică comercială, 1122
aparate foto digitale, 694
CardBus, 343
cerințe
*logică tranzistor-tranzistor (TTL), 1126*
*surse de alimentare bipolare, 1126*
*surse de alimentare de 12 volți, 1126*
*surse de alimentare de 3,3 volți, 1126*
corespondența impedanțelor, 851-852
curent alternativ (AC), 1122
curent continuu (DC), 1123
distorsionarea amplificatorului, 852-853
Energy Star, 831
FireWire, cablare, 920-921
gestionare, 107, 1141
*Advanced Configuration and Power Interface (ACPI), 1146*
*Advanced Power Management (APM), interfață, 1142*
*ATA, 408-409*
*contoare de timp, 1141*
*controller de sistem, 293-294*
*microprocesoare, 1141*
*modul „adormit“, 1141*
*OnNow, inițiativă, 1146*
IrDA, 922
magistrala PCI, 331
magistrale de extensie, 305
PC Card, 340-341
plăci de sunet, cablarea amplificatorului, 896
protecție, 1150
*împotriva căderilor de tensiune, 1153*
*împotriva iregularităților pe linia de alimentare, 1150*
*împotriva supratensiunilor, 1155-1157*
*pe linii telefonice, 1162*
surse, 1124
*baterii, 1124, 1130*
*cerințele dispozitivelor, 1127*
*convertoare, 1129*
*evaluare, 1126*

*PC-uri desktop, 1141*
*Power-good, semnal, 1129*
*rezerva de putere, 1129*
*standarde, 1129*
*surse de alimentare cu tensiuni selectabile, 1129*
*surse de alimentare în comutație, 1124*
*surse de alimentare liniare, 1124*
*surse de alimentare universale, 1129*
*tensiuni, 1126*
*tensiuni de alimentare, 1129*
*unități de disc, 459*
unități portabile pentru salvări de siguranță, 603
USB, 905, 908-909
utilizare
*AGP, 784-785*
*hard-discuri, modul așteptare, 465*
*microprocesoare, 87-88, 104, 105-106*
*Mobile Pentium II, 146*
*Xeon, 149*
**alinierea culorilor (CRT), 802-803**
**alocarea pinilor**
conector DVI, 844
Digital Flat Panel, port, 842-843
**alocarea resurselor, 40**
**Alpha EV6, magistrală, 118-119**
**Altair, calculator, 314**
**Alternative 1, terminatoare, 442**
**Alternative 2, terminatoare, 442-443**
**ALU (unitate aritmetico-logică), 88-89**
**aluminiu, substrat pentru hard-discuri, 467-468**
**Am5x86, 134**
**AMD (Advanced Micro Devices), 122, 150-151**
386, 122
3D Now!, 153
K5, 151
K6, 152-153
K6-2, 153
K6-3, 153-154
K7, 153-154
K7, soclu, 118-119
**AMI BIOS, 254**
**AMP, Inc, material de contact, 224**
**AMP, mufe pentru tastatură, 636**
**amplificare, 43**
**amplificatoare**
audio digital, 875
cablare audio, 896
condensatoare de cuplaj, 885
difuzoare active, 893
pentru monitoare, 827
**amplificatoare video, 827**
**amplitudine, audio analogic, 849**
**analogic, audio**
amplitudine, 849
decibeli, 849
distorsionare, 851-852
frecvență, 848-849
impedanță, 850-851
**analogic, comparat cu digital, 355**
**analogic/numeric, convertoare, 735**
**animație**
3D, buffere duble, 724
mișcare, JPEG, 742
**ANSI, SCSI, standarde, 739-740**
**ANSI-SCSI Informational Exception Control (IEC), documentul X3T10/94-190, 503**
**anteturi**
audio MPEG, 857
Plug-and-Play, 239
**APA, tehnică de tipărire grafică, 1086**
**aparate foto cu expunere automată, 672**
**aparate foto digitale, 32, 345**
acoperirea lentilelor, 696-697
alimentare, 694
alimentare cu curent alternativ, 694-695
*baterii, 694-695*
CCD, dimensiunea senzorilor, 675
conexiuni, 692
*ieșire video, 693*
*interfețe, 693*
*platforme, 692*
configurarea strălucirii, 680
controale, 695-696
deschidere, f-stop, 672
detectarea expunerii, 679, 681
*bliț, 683*
*control automat, 681*
*control manual, 681*
diafragmă, 672
dimensiuni, 695-696
domeniul de expunere, 682
focalizare, 684
*automată, 686*
*comprimare, 689*
*echilibrarea în alb, 687*
*fixă, 685*
*stocarea imaginii, 687*
greutate, 695-696
lentile, 671
lentile de zoom, 676
*domeniu de zoom, 677-678*
*zoom digital, 677*
*zoom optic, 676*
*deschidere, 671*
*distanță focală, 674*
montare pe trepied, 695-696
obturatoare, 678
senzori de imagine, 669
*dimensiune, 670*
*rezoluție, 670*
*sensibilitate, 671*
vizoare, 689
*LCD, 690*
**aparate foto digitale, SmartMedia, 345**
**aparate foto reflex, 690**
**apeluri, 22**

**API (Application Programming Interface), 22, 36-37**
sisteme de afișare, 748
*DirectX, 748-749*
*Windows GDI, 748-749*
**aplicații, 17-19**
miniaplicații, 20
tipuri, 18
utilitare, 19-20
**APM (Advanced Power Management), interfață, 1141**
funcționare, 1144
stări, 1142
structură, 1143
**Apple Computer**
AppleTalk, 1072
dischete, 507
**Apple II, magistrale de extensie, 314**
**AppleTalk, 1072**
**Application-Specific Integrated Circuits (ASIC), UART, 951**
**arbitrarea magistralei, 310**
**Arcnet, 1072**
**arderea cipurilor PROM, 177**
**arhitectură de memorie partajată, 188**
**arhitectură de stocare serială, 429-430**
**arhitectură superscalară, 93**
VLIW, 100-101
**Array Management Software, 380-381**
**Arris Interactive, DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification), 1038**
**ASA, numere, 683**
**ASCII**
identificare BIOS, 254-255
OCR, 664
**ASIC (Application-Specific Integrated Circuits), 275**
magistrale de extensie asincrone, 307
UART, 951
**Askey Computer Corporation, DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification), 1038**
**aspecte legate de mediu, baterii, 1141**
**Asymmetrical Digital Subscriber Line (ASDL), 1034**
**Asynchronous Transfer Mode (ATM), 1071**
**AT&T**
ISDN-1, 1036
standarde pentru modemuri, 1025
**AT, înălțime, 74**
**ATA (AT Attachment), interfață, 394-397**
32 de biți, 414-415
40 de pini, conector
*alocarea pinilor, 420-421*
44/50 de pini, conectoare
*alocarea pinilor, 422*
alocarea întreruperilor, 286
ATAPI, 406, 408
cablare, 416
*două unități, 418*
*o singură unitate, 417*
*trei sau mai multe unități, 418*
capacitate, 402
*adresare CHS, 403*
*LBA, 405*
comparație cu SCSI, 392
compatibilitate, 415
conectoare, 419
DMA, 291-292
Fast, 397
gestionarea energiei, 408-409
identificare, 392
identificarea dispozitivului, 410-411
interfața logică, 425-426
LBA, 483
limite pentru capacitatea discului, 490
magistrală, 315-316
mai multe unități la un singur conector, 416
moduri de transfer, 397-398
operații suplimentare, 389-390
performanțe, 397
securitate, 409-410
semnale, 420
SMART, 414
standarde, 414-415
transferuri cu controlul fluxului, 399
transferuri oarbe, 399
**ATA-2, 414**
**ATA-3, 400, 414-415**
gestionarea energiei, 408
**ATA-4, 400, 414-415**
**ATA-5, 400, 406, 414-415**
**ATA/66, 401**
**ATAPI, 406, 408**
**atenuatoare, 889**
**ATM (Asynchronous Transfer Mode), 1071**
**ATOMM, tehnologie, 521**
**atribute nerezidente, 489**
**atribute pentru afișarea culorilor, 707**
**atribute video (afișarea caracterelor), 706**
**atribute, NTFS, 488-489**
**ATSC, AC-3, 870**
**ATX, standard, 62**
plăci AGP, 788-789
**audio, 848, 852-853**
**Audio Codec 97, 882**
**audio în timp real, 855**
amplificatoare, 875
analogic
*amplitudine, 849*
*decibeli, 849*
*distorsionare, 851-852*
*frecvență, 848-849*
*impedanță, 850-851*
asigurarea corespondenței cu sistemele de difuzoare externe, 895
ATAPI, 407
capturare
*analogică, 871-872*
*aspecte legale, 872-873*

*CD intern, 871-872*
*decodarea CD-urilor, 870-871*
*intrări de la microfon, 872-873*
CD-DA, 547
CD-ROM, capacitate, 552-553
comprimare, 855-856
*AAC, 858-859*
*MP3, 857*
*MPEG, 857*
*sunet în buclă, 859*
*TrueSpeech, 856*
*VQF, 858-859*
difuzoare, 876, 890
*difuzoare subwoofer, 892-893*
*ecrane/incinte, 891*
*pasive/active, 892-893*
*sateliți, 892-893*
drivere, 877
DVD, 531
DVD-Audio, 568
DVD-Video, 566
generatoare de ton, 874
hardware, 873
instalare
*conexiuni, 895*
*resurse de sistem, 894*
lărgime de bandă, 854
microfoane, 887
*conectoare, 889-890*
*direcționalitate, 888*
*electronică, 888*
MPEG-2, 744
multicanal, 865
*3D, 867*
*AC-3, 869*
*binaural, 866*
*cvadrofonic, 866*
*DTS, 870*
*SDDS, 870*
*stereo, 866*
*sunet spațial, 867-868*
PC Card, cartele, 340
plăci de sunet, 877
*calitate, 884*
*compatibilitate, 878*
*difuzoare USB, 886*
*interfața pentru CD, 883*
*MIDI, 883-884*
*mixere, 883-884*
rată de eșantionare, 852-853
rezoluție, 854
sintetizare, 859
*FM, 862*
*prin adunare, 861-862*
*prin scădere, 862*
*sisteme pentru Internet, 864*
*tabele de unde, 739*
Super Audio CD, 549
transmitere, 855
unități AV, 493-494
**aur, material de contact, 224**
**aurii, discuri CD-R, 537**
**Auto Boot Sequence (secvența de încărcare automată), 267-268**
**autodimensionare, 814**
LCD, 826
**autotipie (halftoning), scanarea fotografiilor, 668**
**AV, unități**
înregistrare pe CD-R, 561
performanțele discurilor, 493-494
**Award BIOS, 255**

## B

**Bain, Alexander, 1048**
**balanță de alb, 687**
**baleiere (semnale video), 725**
**baleiere multiplă, monitoare, 827**
**baleiere multiplă, sisteme de afișare, 754**
**bancuri de memorie, 168**
**bandă de tip start-stop, 576**
**bandă liniară digitală, 592**
**bandă magnetică pe rolă deschisă, 573-574, 579**
**Base Rambus, 205**
**BASIC, 25**
**Basic, semnale (EVC), 841**
**baterii, 1124, 1130**
aparate foto digitale, 694-695
celule primare, 1132
celule secundare, 1132
curent continuu, 1123
densitate de stocare, 1132
descărcare, 262-263
dispozitive de încărcare, 1131-1132, 1137
hard-discuri, modul așteptare, 465
înlocuire, 1137
microprocesoare, tensiuni de operare, 105-106
PC Card, cartele, 340-341
siguranță, 1140
standarde, 1137
*baterii de ceas, 1138*
*sisteme notebook, 1139*
*Smart Battery, 1137*
tehnologii, 1133
*alcaline, 1134*
*hibrid nichel-metal, 1135*
*litiu/ioni, 1136*
*litiu/polimer, 1136*
*nichel-cadmiu, 1135*
*plumb-acid, 1134*
*zinc-aer, 1136*
*zinc-carbon, 1134*
UPS (surse neîntreruptibile de tensiune), 1161
**baterii alcaline, aparate foto digitale, 694-695**
**baterii reîncărcabile pe bază de nichel, aparate foto digitale, 694-695**
**Baudot, J.M.E., 1006**
**bazate pe xenon, blițuri, 683**
**baze de date, 19**
**BCD, stocare, 67**
**benzi cu derulare continuă, 576**
**BGA (ball grid array), matrice de contacte, 113**
**biblioteci, 26**
**BIOS (Basic Input/Output System), 29-30, 38**
adaptoare de afișare, 775
*numere pentru moduri, 778*
*SVGA, 777*

*VGA, 776*
*video PC, 775*
coduri POST, 231
compatibilitate
*compatibilitate hardware, 242-243*
*IBM Advanced BIOS, 242-243*
compatibilitate software, 242
configurarea sistemului, 257-258
*cache, 264-265*
*ceasul magistralei, 264-265*
*CMOS, 258-259*
*duplicarea memoriei ROM, 264-265*
*intercalarea paginilor, 265-266*
*modul pagină, 265-266*
*Num Lock, 266-267*
*parole, 267-268*
*protejare împotriva virușilor, 265-266*
*rata de scriere automată, 266-267*
*reîmprospătare concurentă, 265-266*
*secvența de încărcare, 266-267*
*stări de așteptare, 264-265*
*testarea memoriei, 263-264*
*testarea procesorului numeric, 263-264*
*verificarea parității, 263-264*
controller pentru dischete, 522-523
*control, 524*
*suport, 526*
date de revizuire, 253
date moștenite, 252
*zona de date BIOS, 252-253*
dezvoltare, 242-243
ecran de tip teleimprimator, 701-702
extensii, 232
firmware, 227
funcții, 228
funcții de inițializare, 229-230
funcții de interfață, 241
identificare, 252-253
*AMI, 254-255*
*Award, 255*
indicatoare pentru modul video, 704-705
Initial Program Load, 234
întreruperi de la tastatură, 632
întreruperi software, 243
legarea de hardware, 249
mod monocrom, 771
modernizare, 242-243, 267-268
*cipuri de înlocuire, 268*
*flash, 269-270*
*furnizori, 270*
modificarea pixelilor, 711
octeți pentru identificarea sistemului, 253-254
performanțe, 251
plug-and-play, 235
*antet, 239*
*încărcare, 236-238*
*plăci de extensie, 235-236*
*plăci moștenite, 240*
*structura, 239*
program de configurare, 258
puncte de intrare, 248
regiștri de control pentru monitoare CRT, 763
scriere automată, 622-623
SCSI, 451
suport pentru UDMA/66, 402
tabel cu vectorii de întrerupere, 243
tabel de parametri pentru discuri, 256
tabele DOS, 257
tastaturi USB, 637
transmiterea parametrilor, 247
unități ATA
*funcționare, 425*
*parole, 410*
*trei sau mai multe unități la același conector, 418*
unități de hard-disc
*configurare, 496-497*
*limite de capacitate, 490*
*parametri, 484*
unități master, 418
zona de date în memorie, 183
**bistabile, 83**
memorie statică, 176
**bit de depășire, 102-103**
**BitFAT, 487-488**
**biți, 166-167**
**biți de ceas (înregistrare cu densitate simplă), 366-367**
**biți de date, 902**
**biți de start, 902**
IrDA, 926
**biți de stop, 902**
cadre, 902
IrDA, 926
**biții cel mai puțin semnificativi, cadre, 903**
pixeli, 711-712
**bliț (aparate foto digitale), 683**
**blițuri, 683**
**blocul de taste pentru controlul cursorului, 619**
**blocuri**
adresare SCSI, 435-436
stocare secvențială, 364
**blocuri logice, CD-R, 555**
**Blue Lightning, 134**
**BNC, conectoare, 840**
**bobină de deflexie, 802-803**
**bobine, 471**
**bobine cu magnet permanent**
difuzoare, 890
microfoane, 887
**Boole, George, 82-83**
**BounceKeys, 622-623**
**bride de prindere (plăci de extensie), 70**
**Brooklyn Bridge, 957**
**browser, modul progresiv JPEG, 741-742**
**BubbleJet (Canon), 1098-1099**

**buclă arbitrată prin canale de fibră optică (fibre channel arbitrated loop - FCAL), 429-430**
**buclă exterioară (AGP), 788**
**buclă internă (AGP), 788**
**bucle de reacție, oscilatoare, 279**
**buffer ascuns, 724**
**buffer de cadre, 36, 185, 711**
adaptoare de afișare, 756
adresare, 771
AGP, 787
BIOS video, 776
coprocesoare de grafică, 758
interfețe, 782
memorie, 205-206
memorie video, 756
PC Card, zoomed video, 340
semnale de sincronizare, 726
UMA, 188
**buffer de citire, 376-377**
**buffer de front, 724**
**buffer de reordonare, 144**
**buffer de scriere, 378**
**buffer de tastatură, 183**
**buffere duble, 715, 724**
**buffere pentru cadre paginate, 772**
**buffere pentru caractere, 704-705**
**buffere, CD-R, 557**
**butoane, mouse, 639**
**buton pentru scoaterea discului (eject), CD/DVD, 545**
**Buttons, pagină, 643**
**butuc (dischete), 513**
**ByteWriter, 1084**

## C

**cablare cu cablu torsadat, 1077-1078**
**cablare manuală, 49**
**cablare punct la punct, 49**
**cablare. *Vezi și* conectoare**
cabluri paralele, 972
cabluri seriale, 943
*cabluri de adaptare, 944*
*cabluri încrucișate, 945*
*cabluri nul-modem, 948*
*cerințe pentru cablurile echipamentelor periferice, 945*
caracteristici de protecție la alimentare, 1162
caracteristici de protejare la alimentare, 1162
FireWire, 920-921
inele de ferită, 1184
interfața paralelă SCSI, 437
*conectoare, 440-441, 446*
*identificare, 437*
*lungimea cablurilor, 445*
*terminare, 442*
rețele, 1060, 1077
*100Base-T, 1068*
*10Base-2, 1080*
*10Base-5, 1080*
*10Base-T, 1068, 1081*
*cablare cu perechi torsadate, 1077-1078*
*cablare în inel, 1061*
*cablare în stea, 1061*
*cablare liniară, 1060*
*cablu coaxial, 1077*
*pe cablu subțire, 1080*
*repetoare, 1080*
USB, 908-909
**CableLabs, DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification), 1038**
**cablu coaxial, 1077**
**cablu purpuriu, USB, 909**
**cabluri de tip panglică**
ATA, 416-417
SCSI intern, 440
**cabluri nul modem, 948**
**cache, 186, 193-194**
asociativ pe seturi, 195-196
Celeron, 147
complet asociativ, 195-196
configurare BIOS avansată, 264-265
controller de memorie, 277
controlul magistralei prin arbitrare, PCI, 332-333
controlul memoriei, 295-296
cu mapare directă, 195-196
cu scriere directă, 197-198
cu scriere ulterioară, 197-198
date, 197-198
dimensiune, 193-194
I+D, 197-198
instrucțiuni, 197-198
intern/extern, 197-198
K5, 151-152
K6, 153
limitele memoriei, 173-174
mapare, 195
memorie EDO, 200
memorie SRAM cu canal și operare în rafale, 196-197
Mobile Pentium II, 146
mod de operare în rafale, 195-196
*SRAM sincron cu operare în rafale, 196-197*
niveluri, 193-194
Pentium II, 145
Pentium Pro, 141-142
performanțe SCSI, 435-436
performanțele discurilor, 493-494
separat, comparat cu combinat, 197-198
stocare masivă, 375
*folosirea memoriei, 378*
*utilizare la citire, 376-377*
*utilizare la scriere, 378*
**cache asociativ pe seturi, 195-196, 204**
**cache complet asociativ, 195-196**
**cache cu canal și operare în rafale, 196-197**
**cache cu mapare directă, 195-196**
**cache cu operare în rafale, 195-196**
SRAM sincron cu operare în rafale, 196-197

**cache de citire, 376-377**
**cache de date, 197-198**
**cache de nivel doi, 193-194**
**cache de nivel trei, 195**
**cache de nivel unu, 193-194**
**cache extern, 197-198**
**cache intern, 197-198**
**cache pentru instrucțiuni, 197-198**
**cache pentru scriere, 376-377**
**cache primar, 193-194**
**cache secundar, Pentium Pro, 143-144**
**cadre**
CD ROM, sectoare, 549-550
*codarea datelor, 551*
IrDA, 926
Link Access, protocol, 928
MPEG-1, 744-745
porturi periferice, 902-903
**cadre anticipate, 744-745**
**cadre anulate, IrDA, 926**
**cadre B, 744-745**
**cadre bidirecționale, 744-745**
**cadre de informații, 928**
**cadre de supervizare, 928**
**cadre I, 744**
**cadre interne, 744**
**cadre mari, sectoare pentru CD-ROM, 551**
**cadre nenumerotate, 928**
**cadre P, 744-745**
**calculatoare de rețea (NC), 701**
**calculatoare palmtop, 13-14**
**calculatoare portabile care nu ocupă spațiu, carcase, 1164**
**calculatoare portabile.** ***Vezi*** **notebook**
**calculatoarele de tip magistrală, conectoare pentru plăcile de extensie, 71**
**Caleb UDH, 520**
**calibrare termică, 476**
**CAM (Common Access Method) Committee, 396**
**camere video, comparate cu aparate foto digitale, 695-696**
**canal, USB, 908**
**canale**
3D audio, 867
AC-3, 869
CD-DA, standarde, 548
cvadrofonic, 867
DMA, 290-291
SDDS, 870
sunet spațial, 867-868
**canale servo, cartușe LTO, 594**
**Canon**
imprimante cu jet de cerneală, 1098-1099
imprimante laser, 1101
New Process, 1101
**capace de taste cu turnare dublă, 616**
**capace de taste imprimate, 616**
**capace de taste inscripționate cu laser, 616**
**capace pentru taste, 613**
**capacitanță, 174, 333-334**
4x AGP, 788-789
amplificatoare, 885
**capacitatea sistemului, memorie, 172-173**
**capacități**
ATA, 402
*adresare CHS, 403*
*LBA, 405*
DVD-R, 569
DVD-ROM, 564
DVD-RW, 569
interfața paralelă SCSI, 435-436
**capete, 470**
CD/DVD, 544
contact, 470
dischete, 521-522
discuri, 467-468
efecte de altitudine, 470
inductive, 471
magneto-rezistive, 471-472
mecanisme de acționare, 471-472
*compensare termică, 475*
*duale, 474*
*parcare și blocare, 475*
*pas cu pas cu bandă, 473*
*servomecanisme cu bobină și magnet permanent, 474*
*zonă de aterizare, 475*
precompensarea la scriere, 471-472
rotația discurilor, 463
salvări de siguranță pe bandă
*cartușe LTO, 594*
*înregistrare elicoidală, 577*
*QIC, 579*
*scanare elicoidală, 597*
*unități DDS, 599-600*
*unități DLT, 592-593*
timp de căutare pistă cu pistă, 491
**capete cu peliculă, 471**
**capete de citire (hard-discuri), 470**
capete de contact, 470
efecte de altitudine, 470
inductive, 471
magneto-rezistive, 471-472
mecanisme de acționare, 471-472
*compensare termică, 475*
*duale, 474*
*parcare și blocare, 475*
*pas cu pas cu bandă, 473*
*servomecanisme cu bobină și magnet permanent, 474*
precompensarea la scriere, 471-472
zonă de aterizare, 475
**capete de citire/scriere inductive, 471**
**capete de citire/scriere magneto-rezistive, 471-472**
**capete de scriere (hard-discuri), 470**
capete cu contact, 470
efecte de altitudine, 470
inductive, 471
magneto-rezistive, 471-472
mecanisme de acționare, 471-472
*compensare termică, 475*

*cu bobină și magnet permanent, 474*
*duale, 474*
*parcare și blocare, 475*
*pas cu pas cu bandă, 473*
*zonă de aterizare, 475*
precompensare la scriere, 471-472
**capete, metal-în-spațiu, 471**
**capturare video, 729, 735**
**captură analogică, 871-872**
**capturi audio, 870**
**carcase**
acces în interior, 1166, 1172
compartimente pentru unități, 1165, 1172
*compartimente cu acces prin panoul frontal, 1172*
*compartimente interne, 1172*
*Device Bay (Compaq), 1167, 1173*
*dulapuri (montare), 1174*
*înălțimea dispozitivelor, 1173*
*tipodimensiuni, 1173*
compartimente, înălțimea dispozitivelor, 1173
deschidere, 1166, 1172
dimensiuni, 1166
*compact, 1164, 1167*
*de mână, 1164*
*desktop, 1164, 1168*
*fără amprentă, 1164*
*micro-turn, 1164, 1168*
*mini-turn, 1164, 1168*
*notebook, 1169*
*subnotebook, 1164, 1170*
*turn, 1164, 1168*
*turn mediu, 1164, 1169*
forme, 1166
montarea plăcilor de bază, 1178
plăci de extensie, înălțime, 74
radiații, 1182
scop, 1164, 1165
servere, 1169
sisteme de răcire, 1179
*defectare, 1181*
*sisteme active de răcire, 1180*
*sisteme avansate de răcire, 1181*
*sisteme pasive de răcire, 1180*
sloturi de extensie, 1165, 1174
*lungime, 1175*
*standarde, 1174*
**carcase compacte, PC, 1164, 1167**
**Card Enable, semnale (PC Card), 338**
**Card Select Number, 328**
**CardBus, 301, 322, 343**
alimentare, 343
compatibilitate, 344
standarde, 344
**cartele de memorie, 320**
**cartele ROM, 322**
**cartele scurte, 70**
**cartele video.** ***Vezi*** **adaptoare de afișare**
**cartușe**
bandă, 573-574
*Accelis, 594*
*înregistrare liniară, 579*
*serpentină, 577*
*Ultrium, 594*
ca sisteme pentru salvări de siguranță, 601
DLT, 592-593
stocarea magneto-optică, 361
Zip, 517
**cartușe de cerneală, 1117**
**cartușe, imprimante**
înlocuire, 1117
umplere, 1117
**casete, 574-575**
**casete pentru caractere, 705**
**catod (CRT), 798**
**cădere, diode, 105-106**
**căderi, contaminarea hard-discurilor, 469**
**căldură, microprocesoare, 104**
**căptușeală, dischete, 513**
**căști**
corespondența între impedanțe, 851-852
înregistrare binaurală, 866
**câmp bias, 359**
**câmp de adrese, IrDA, 912, 928-929**
**câmp de sincronizare, 911**
**cârlige, 748**
**CCD (charged-coupled device), dispozitiv cu cuplaj de sarcină**
adaptoare pentru folii transparente, 663
aparate foto digitale, 670
*dimensiunea senzorului, 675*
bliț, 683
prescanare, 667
scannere video, 659
senzori de imagine, 669
viteza de scanare, 660-661
**CCITT (International Telegraph and Telephone Consultative Committee), 1026, 1028**
**CD (Compact Disc), 530-531**
acces secvențial, 363
ATAPI, 406-407
audio, lărgime de bandă, 854
captare din surse externe, 872-873
citirea discurilor CD-RW, 563-564
controlul vitezei de rotație, 540
copiere în masă, 557
extragere audio digitală, 540
extragerea informațiilor audio digitale, 870-871
fabricare, 533
factor x, 542
format fizic, 539
format logic, 549-550
*adresare, 551-552*
*capacitate, 552-553*
*codarea datelor, 551*
*sesiuni, 551-552*

interfețe cu placa de sunet, 883
încărcare de pe CD, 267-268
înregistrabile, 536
medii, 533
numai pentru citire, 535-536
numere de identificare SCSI, 438-439
rata de transfer al datelor, în comparație cu DVD, 543
rate de transfer, 539-540
RW, 538
standarde, 546-547
standarde de capacitate, 530
Super Audio CD, 548
suporturi de protecție (caddies), 541
unități, 540-541
unități cu viteză variabilă, 542
*compatibilitate, 546*
*elemente de control, 545*
*schimbătoare, 544*
*timp de acces, 544*
*viteză, 542*
viteze de rotație, 539-540
**CD-DA, 531, 547**
**CD-I, 531**
MPEG, 744
**CD-R, 535-536, 553-554**
blocuri logice, 555
ca sistem pentru salvările de siguranță, 602
capacitate, 555
*informații suplimentare pentru format, 555*
citite în unități de DVD, 546
combinarea formatelor, 559
depășirea inferioară la recepție a bufferului, 560
erori la înregistrare, 554
etichetare, 537-538, 561-562
fixare, 561-562
moduri de scriere, 557
*o pistă întreagă, 558*
*pe pachete, 560*
*pe piste, în sesiuni multiple, 558*
*un disc întreg, 559*
procesul de înregistrare, 559
reducerea informațiilor suplimentare, 559
testare, 561
viteză, 556
**CD-RW, 538, 563**
ca sistem pentru salvările de siguranță, 602
**CD-uri înregistrabile. *Vezi* CD-R**
**CDR-77/88, unitate, 541**
**CDRFS (Compact Disc Recordable File System), 561-562**
**ceas de date seriale (SCL), 833**
**ceas de timp real, 283**
CMOS, 259
**ceas dublat, 788**
**ceas intern, 281**
**ceas pentru puncte, 761-762, 769**
lărgime de bandă, 830
**ceas serial, 901-902**
**ceasul magistralei, 307**
oscilatoare, 281
**ceasuri**
supraaccelerare, 108
baterii, 1138
CDRAM, 204
CMOS, 259
conectarea tastaturii, 628-629
interne, 281
magistrala AT, 316
magistrala PCI, 329
*limitele sloturilor, 333-334*
*operarea sincronă, 330*
memorii SRAM sincrone cu operare în rafale, 330
sistem, 280
**ceasuri de sistem, 87, 280**
**ceață, 722-723**
**Celeron, 147-148**
SEP, capsule, 114
TCP, capsule, 113
**Centaur Technology, 124, 154**
WinChip 2 3D, 154-155
WinChip 4, 156
WinChip C6, 154
**Centronics Data Computer Corporation, porturi paralele, 956**
**cerere pentru dialog de confirmare (semnale ATA), 424**
**cerințe de sistem, memorie, 170**
**CFA, 346**
**CGA (Color Graphics Adapter), 753**
**Change Ratio, opțiune, 373**
**Check Power Mode, comandă, 409**
**cheie cromatică, 735**
**cheie de inserare, dischete, 513**
**cheie pentru densitate, 514**
**Chips & Technologies, 123**
**CHS, adresare, 481**
ATA, 403
**cicluri. *Vezi* cicluri de ceas**
**cicluri de ceas**
2x AGP, 788
AGP, 784-785
cache, performanțe, 195
canalizare, 92
citirea din memorie, 171
DRAM sincron, 202
interfața paralelă SCSI, 433
interfețe de stocare, 389
IrDA, lățimea impulsului, 924
magistrala ISA, linii de control, 324-325
magistrale de extensie
*sincronizare, 306*
*transfer de date, 303*
magistrale de extensie asincrone, 307
magistrale de extensie sincrone, 305-306

memorii DIMM cu 168 de pini, 219
mod de gestionare a sistemului, 107
modulare în poziția impulsurilor, 925
porturi periferice, 901
Rambus, 205
RISC, 97-98
SCSI, 434
*combinarea standardelor, 450*
SIMD, 101
stări de așteptare, 191
**cilindri, 477**
adresare SCSI, 436-437
deplasare, 480-481
**cipuri (durata simbolurilor), 925**
**cipuri de accelerare, 756-757**
culori, 759-760
evaluarea vitezei, 760-761
lărgimea de bandă a magistralei, 760-761
lățimea regiștrilor, 759
rezoluție, 759-760
suport asigurat de sistemul de operare, 760-761
suport VGA, 761-762
**cipuri de suport, 275**
**cipuri, UART, 948**
16450, 949
16550A, 949
8250, 949
ASIC, 951
controlul bufferelor, 950-951
identificare, 951
porturi seriale îmbunătățite, 953
regiștri, 950
**circuite analogice, 43**
**circuite de sincronizare, 278**
ceas de timp real, 283
ceasuri de sistem, 280
contoare de timp, 282
oscilatoare, 279
**circuite de suport, 29-30**
**circuite imprimate, 49**
fabricare, 49-50
sloturi de extensie, spațiere, 58
tehnologia de montare a pinilor în găuri, 50
tehnologia de montare prin lipire pe suprafață, 51
**circuite integrate, 47-48**
capacitate electrică, 333-334
DRAM, 200
EEPROM, 178
EPROM, 177
încapsularea memoriei, 212
PROM, 177
ROM mască, 177
**circuite integrate specifice aplicațiilor (ASIC), UART, 951**
**circuite logice digitale, 43**
**circuite pentru terminarea magistralei, 113**
**circuite reactive, 1154**
**circuite. *Vezi și* semiconductoare**
efectele căldurii, 1179
efectul curentului alternativ, 1124
**CIS (Card Identification Structure), 341-342**
**CISC, comparație cu RISC, 96-97**
**Cisco Systems, DOCSIS, 1038**
**citire**
adresare, 171
stocare secvențială, 364
**clapetă de protejare la scriere, 513**
**CLASP (Connecting Link for Applications and Source Peripherals), 666**
**cleme de prindere, SCSI, 442**
**clustere, 478**
FAT, 485
sisteme de fișiere, 486
ștergerea fișierelor, 485
**CLUT (Color Look-Up Table), 717**
**CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor), 47, 129-130, 258-259**
alocarea memoriei, 259
ceas de timp real, 283
configurare avansată, 262-263
*ceasul magistralei, 264-265*
*dispozitive de încărcare, 266-267*
*duplicarea memoriei ROM, 264-265*
*funcționarea cache-ului, 264-265*
*intercalarea paginilor, 265-266*
*memorie în mod pagină, 265-266*
*Num Lock, 266-267*
*parole, 267-268*
*protecția împotriva virușilor, 265-266*
*rata de scriere automată, 266-267*
*reîmprospătare concurentă, 265-266*
*stări de așteptare, 264-265*
*testarea memoriei, 263-264*
*testarea procesorului numeric, 263-264*
*verificarea parității, 263-264*
configurarea unităților de dischetă, 526
reinițializare, 262
*întreruperea alimentării, 262-263*
*jumpere/comutatoare DIP, 262*
senzori de imagine, 669
tipuri de unități, 496-497
**CMYK, culori, 716**
**coada cursorului, 644**
**Cocke, John, 96-97**
**cod obiect, 25**
**cod sursă, 25**
**codare aritmetică, 741**

**codare digitală, 567**
**codare RLL avansată, 368**
**codarea culorilor, 715**
**codarea datelor, 366**
CD-ROM, format logic, 551
codare RLL avansată, 368
comprimare software, 371
comprimarea datelor, 370
*cu pierderi și fără pierderi, 371*
*hardware, 373*
*sisteme de arhivare, 374*
înregistrare cu codare pe grupuri, 367
înregistrare cu densitate dublă, 366-367
înregistrare cu densitate simplă, 366-367
probabilitate maximă de răspuns parțial (PRML), 369
tranziții de flux, 366
USB, 910
**codecs, 737, 856**
**coduri de bare, 532**
**coduri de eroare, POST, 231**
**coduri de scanare**
conexiuni, 633
port de tastatură, 627
**coduri make, 627**
**coeficienți de cuantificare, 741**
**coercitivitate, 356**
compatibilitatea cartușelor de bandă, 591-592
dischete, 510
medii cu peliculă, 469
unități magneto-optice, 360
**Column Address Strobe, semnal, 199-200**
**COM1, 954**
**COM2, 954**
**COM21, DOCSIS, 1038**
**COM3, 954**
**COM4, 954**
**comenzi**
seturi de instrucțiuni, 83
tastaturi, 629, 631
**comenzi de desenare, 717-718**
**comenzi de scădere, 83**
**comenzi la nivel de placă, 745-746**
**comenzi pe blocuri, 427-428**
**comenzi pentru controller, 427-428**
**comenzi pentru fluxuri, 427-428**
**comenzi pentru schimbătoarele de medii, 427-428**
**CompactFlash, cartele, 301, 322, 345, 687**
**CompactPCI, plăci, 76**
**companii de comunicații prin satelit, servicii digitale, 1039**
**companii de transmisiuni prin cablu (servicii digitale), 1038**
**Compaq**
Device Bay, 1167, 1173
*funcționare electrică, 1177*
*pini, 1177*
*tipodimensiuni, 1176*
magistrala ISA, 317
SuperDisk, 517-518
**compartimente, 1165, 1172**
compartimente cu acces prin panoul frontal, 1172
compartimente interne, 1172
Device Bay (Compaq), 1167, 1173
*funcționare electrică, 1177*
*pini, 1177*
*tipodimensiuni, 1176*
dulapuri (montare), 1174
înălțimea dispozitivelor, 1173
tipodimensiuni, 1173
**compartimente pentru unități, 1165, 1172**
compartimente cu acces prin panoul frontal, 1172
compartimente interne, 1172
Device Bay (Compaq), 1167, 1173
*funcționare electrică, 1177*
*pini, 1177*
*tipodimensiuni, 1176*
dulapuri (montare), 1174
înălțimea dispozitivelor, 1173
tipodimensiuni, 1173
**compatibilitate**
adaptoare de afișare, 755
aparate foto digitale
*platforme, 692*
ATA, 415
BIOS, 241
cartușe QIC, 591-592
CD/DVD, 546
dischete
*aparate foto digitale, 688*
LS-120, dischete, 519
magistrala AT, 316
moduri de operare, 101
plăci de sunet, 878
*Ad Lib, 878-879*
*Audio Codec 97, 882*
*SoundBlaster, 879*
*Windows, 882*
porturi de tastatură, 632, 633
salvări de siguranță pe bandă, 578
*cartușe Travan, 590*
**compatibilitate BIOS, 242-243**
**compensare termică, mecanisme de acționare pentru hard-discuri, 475**
**compilare, 25**
**compilatoare cu optimizare, 26, 98-99**
**componente interne, 113**
**Compression Agent, UltraPack, 371**
**comprimare, 370**
aparate foto digitale, 689
audio digital, 855-856
*AAC, 858-859*
*MP3, 857*
*MPEG, 857*
*SDMI, 858-859*

*sunet în buclă, 859*
*TrueSpeech, 856*
*VQF, 858-859*
audio, DTS, 870
benzi QIC, 591
coeficienți de cuantificare, 741
CompactFlash, 346
cu pierderi și fără pierderi, 371
dischete, 527
DVD-Audio, 568
DVD-Video, 565
FAT32, alternativă, 487-488
hardware, 373
imagini. *Vezi* comprimarea imaginilor
mișcare, JPEG, 742
modemuri, 1018
MPEG, 742
porturi paralele, 992
sisteme de arhivare, 374
sisteme de fișiere, 487-488
software, 371
**comprimare de bază, 740**
**comprimare fără pierderi, 371, 741-742**
transformare cosinus discretă, 741
**comprimare hardware, 373**
**comprimare software, 371**
**comprimarea datelor**
codarea datelor, 370
cu pierderi și fără pierderi, 371
hardware, 373
modemuri, 1018
porturi paralele, 992
sisteme de arhivare, 374
software, 371
**comprimarea fișierelor, 374**
**comprimarea imaginilor, 736**
filtre/codecs, 737
JPEG, 738
*comprimare de bază, 740*
*comprimare fără pierderi, 741-742*
*mișcare, 742*
*mod ierarhic, 741*
*mod progresiv, 741-742*
MPEG, 742
*prelucrare, 744*
*standarde, 744*
**compuși piezoelectrici, 279**
**comunicații, 998**
comunicații seriale
*rată de biți, 933*
*semnale, 938*
faxuri, 1046
*standarde, 1048*
Internet, 1040
*ISP, 1042*
*istoric, 1041*
*limite de performanță, 1044*
*securitate, 1045*
*structură, 1042*
*World Wide Web, 1043-1044*
linii telefonice, 999
modemuri, 999
*caracteristicile semnalului, 1010-1011*
*demodulare, 1002*
*funcționare, 999-1000*
*hardware, 1020*
*instalare, 1052*
*la 56 Kbps, 1030-1031*
*modemuri de buzunar, 1023*
*modemuri externe, 1022*
*modemuri interne, 1022*
*modemuri PC Card, 1023*
*modemuri V.90, 998*
*modulare, 1001*
*pentru voce și date, 1019*
*posibilități de transmitere a faxurilor, 1046*
*rata de transfer, 1006*
*software, 1053*
*standarde, 1025*
*tehnologii de îmbunătățire a conexiunilor, 1017*
*viteza, 999-1000*
rețele, 1064
servicii digitale, 999, 1031
*ADSL, 1034*
*direct prin satelit, 998*
*disponibilitate, 999*
*DS3, 1032*
*DSL (G Lite), 998*
*E1, 1032*
*G.Lite, 1035*
*HDSL, 1033*
*ISDN, 998, 1036*
*modemuri pentru cabluri, 998*
*SDS 56, 1035*
*SDSL, 1033*
*servicii pentru cablu, 1038*
*servicii prin satelit, 1039*
*servicii telefonice, 1031*
*T1, 998, 1032*
*VDSL, 1035*
sistem telefonic
*istoric, 1000*
*semnale, 1000-1001*
*telefoane învechite (POTS-plain old telephone set), 1000-1001*
**comunicații asincrone, 901-902**
**comunicații de date. *Vezi* telecomunicații**
**comunicații directe prin satelit, 998**
**comunicații izocrone, 901-902**
**comunicații seriale**
rată de biți, 933
semnale, 938
*cerere de transmisie, 939-940*
*controlul fluxului, 940*
*detectarea purtătoarei, 939-940*
*dialog de confirmare, 940*
*gata de transmisie, 939-940*
*indicator de apel, 939-940*
*primire date, 938-939*
*semnal de masă, 939-940*
*set de date pregătit, 938-939*
*terminal de date pregătit, 938-939*
*transmitere date, 938-939*
**comunicații sincrone, 901**
**comutatoare de iluminare din spate, 682**

**comutatoare de selectare (dispozitive SCSI), 439**
**comutatoare discrete (tastaturi), 613**
**comutatoare mecanice (tastaturi), 613**
**con pentru difuzor, 890**
**Concurrent Rambus, 205**
**condensatori de cuplaj, amplificatoare analogice, 885**
**conectivitate, 33**
**conectoare. *Vezi și* cablare**
AGP, 783-784, 789-790
aparate foto digitale, 692
*ieșire video, 693*
*platforme, 692*
ATA, 393, 415
*40 de pini, 419*
*44 de pini, 419-420*
*68 de pini, 419-420*
*CD-ROM, 407*
*două unități, 418*
*o singură unitate, 417*
*trei sau mai multe unități, 418*
audio, 895
capacitanță, 333-334
CompactPCI, 77
DIMM, 218
dungă roșie (ATA), 416-417
imprimante, 1118
intercard, 782-783
interfața ATA, 394
interfața pentru dischete, 456
*configurarea selectării, 455-456*
*jumpere pentru selectarea unității, 455-456*
*o singură unitate, 456*
*terminare, 459*
interfețe de stocare, 391
magistrala ISA, 323
magistrale, masă electrică, 305-306
microfoane, 889-890
microprocesoare, unitate de intrare/ieșire, 87-88
monitoare, 836-837
*BNC, 840*
*DDC, 835*
*Enhanced Video Connector, 840*
*mufe cu un singur pin, 837*
*VGA, 838-839*
PC Card, 78, 338
PC/104, plăci, 75
PCI, magistrală, 330
PCI, plăci, 75
plăci de extensie, 71-72
porturi paralele, 959
*adaptoare, 971*
*conector A, 960*
*conector B, 963*
*conector C, 969*
porturi pentru tastatură, 633
porturi seriale, 935
*25 de pini, 935*
*9 pini, 936*
*conectoare pe placa de bază, 937-938*
S-100, magistrală, 314
scannere, porturi paralele, 665
SCSI, 393, 432, 440-441, 445-446
SCSI-2, 430
*50 de pini, extern, 447*
*50 de pini, intern, 446*
*68 de pini, 448*
*80 de pini SCA, 448-449*
*lungime maximă, 445*
semnale specifice sloturilor, 310
SIPP, 221
USB, 908
**conectoare cu pini, 72**
**conectoare de margine, 71**
cartușe SEC, 113
extensii pe 16 biți, 325-326
interfețe de stocare, 393
**conectoare neterminate, ATA, 417**
**conector de margine auxiliar, 325-326**
**conector ecranat, tip 2, 446**
**conector ecranat, tip 4, 448**
**conector neecranat, tip 1, 446**
**conector neecranat, tip 2, 445-446**
**conector neecranat, tip 3, 448**
**conector neecranat, tip 4, 448-449**
**conector pentru telefon, 889**
**conector video auxiliar (Auxiliary Video Connector), 791**
**conexiuni intercard, 782-783**
**conexiuni în punte, 851-852**
**configurare**
dischete, 525
*comprimare, 527*
*suport, 526*
FireWire, 918
hard-discuri, parametri, 485
instalarea unităților, 496-497
PC Card, 340
PC Card, cartele, 341-342
*CIS, 341-342*
*memorie de atribute, 342*
*standarde specifice sistemelor, 342*
*strat pentru formatul de înregistrare a datelor, 341-342*
*strat pentru organizarea datelor, 342*
Plug-andPlay, 235
*plăci ISA moștenite, 241*
**configurare automată. *Vezi* Plug-and-Play**
**configurare avansată (CMOS), 262-263**
ceasul magistralei, 264-265
dispozitive de încărcare, 266-267
duplicarea memoriei ROM, 264-265
funcționarea cache-ului, 264-265
intercalarea paginilor, 265-266
modul pagină, 265-266
Num Lock, 266-267

parole, 267-268
protecția împotriva virușilor, 265-266
rata de scriere automată, 266-267
reîmprospătare concurentă, 265-266
stări de așteptare, 264-265
testarea memoriei, 263-264
testarea procesorului numeric, 263-264
verificarea parității, 263-264
**configurare, funcția RepeatKeys, 622-623**
**configurarea magistralei echivalente, 312**
**configurarea sistemului (BIOS), 257-258**
CMOS, 258-259
*alocarea memoriei, 259*
*configurare avansată, 263*
*reinițializare, 262*
**Constrained Parameters Bitstream (CPB), 744**
**contacte placate cu cositor, 224**
**contaminare, hard-discuri, 469**
**contoare de timp, 282**
**contor de timp al sistemului, 282**
**contor de timp pentru intrarea în starea de așteptare, 409**
**contrast, 816**
baleiere, ajustare, 667-668
biți, 711-712
rapoarte, 683
**controale analogice, monitoare CRT, 816**
**controale digitale, CRT, 816**
**controale pentru compensarea expunerii, 682**
**controale pentru volum, CD/DVD, 540**
**Control Panel, pagina Performance, 189**
**controller de cache, conflicte DMA, 198**
**controller de dischetă independent, 525**
**controller de dischetă integrat, 525**
**controller de dischete combinat, 525**
**controller de întreruperi**
alocarea priorităților, 285
controller de sistem, 284-285
partajarea întreruperilor, 288
serializate, 288-289, 290-291
**controller de memorie, 276-277, 293-294**
adresare, 171, 294
DRAM, 199-200
folosirea cache-ului, 295-296
reîmprospătare, 295-296
tratarea erorilor, 295-296
**controller de periferice, 276-277, 296-297**
dischete, 297
interfața pentru hard-disc, 296-297
porturi de intrare/ieșire, 298
tastatură, 297
**controller de sistem, 276-277**
circuite de sincronizare, 278
*ceas de timp real, 283*
*ceasuri de sistem, 280*
*contoare de timp, 282*
*oscilatoare, 279*
controlul întreruperilor, 284-285
*alocarea priorităților, 285*
*partajarea întreruperilor, 288*
*serializate, 288-289*
DMA, 290-291
*alocare, 291*
*suport distribuit, 293*
gestionarea energiei, 293-294
interfața cu magistrala, 293-294
magistrale de extensie, 308-309
**controller la nivel de dispozitiv, 374-375**
**controllere**
CRT, 762
cursor hardware, 769
semnale de sincronizare, 727
VGA, 766
cache, 193-194
dischete, 523
*cipul 765, 524*
*integrare, 525*
DMA, 290-291
interfața pentru dischete, 454-455
magistrală, 310
matrice de discuri, 381-382, 492
memorie, 277
periferice, 278
seturi de cipuri, 275-276
sistem, 276-277
sloturi de extensie, 58
tastatură, 627
video, 726, 761-762
*CRT, 762*
*cursor hardware, 769*
*VGA, 766*
**controllere de grafică. *Vezi* adaptoare de afișare**
**controllere de magistrală, 293, 310**
USB, 907
**controllere de tastatură, 297, 627**
**controllere video, 726, 756-757, 761-762**
**controlul automat al câștigului, 563-564**
**controlul expunerii automate, 681**
**controlul fazei (LCD), 826**
**controlul fluxului, magistrale de extensie, 307, 331, 399**
**controlul magistralei, 309, 401**
magistrala PCI, 332-333
porturi paralele, 993
**controlul magistralelor arbitrate, 309**
FireWire, 918

PCI, 332-333
SCSI, interfață paralelă, 452
**controlul manual al expunerii, 681**
**convergență, 802-803**
**convertoare „ochi de pește", 677-678**
**convertoare de apropiere, 677-678**
**convertoare digital/analogic (DAC), RAMDAC, 769**
**convertoare din analogic în digital**
domeniul dinamic al scannerelor, 661
**convertoare din text în vorbire, 877**
**convertoare superangulare, 677-678**
**coprocesoare, 29-30, 90**
de grafică, 756-757
**coprocesoare de grafică, 756-757**
**coprocesoare matematice, 29-30**
unități în virgulă mobilă, 90
**corectarea erorilor**
comunicații izocrone, 901-902
împănare cu biți, 926
RAID, 383-384
salvări de siguranță pe bandă LTO, 595
**corectitudine, sistem de arbitrare, 310**
**corespondența caracteristicilor (OCR), 664**
**corespondența matricelor, 664**
**Coronado Corporation, 124**
**coroziune, materiale de contact, module de memorie, 224**
**cost, interfețe de stocare, 392**
**Counts Per Inch (CPI), 643**
**Covington, 147**
**cozi de așteptare pentru comenzi etichetate, 430**
**CPI (Counts Per Inch), 643**
**CPU.** ***Vezi*** **microprocesoare**
**cristale lichide, 818**
**crominanță, 731**
comprimare de bază, 739-740
MPEG-1, 744
S-Video, 733
**CRT (cathode-ray tube), 725, 798**
bobine de deflexie, 802-803
comparate cu panourile LCD, 825-826
controlul convergenței, 802-803
controlul imaginii, 815
convergență, 802-803
culoare de fond, 800
curbura ecranului, 807
dimensionarea imaginii, 814
dimensiunile ecranului, 811
distanța între puncte, 804
distorsionarea imaginii, 815
ecrane de tip portret, 812
fosfor, 799
grile de deschidere, 805
lățimea liniei, 806
masca perforată, 804
persistență, 801-802
puritate, 804
raportul dimensiunilor, 812
rezoluție, comparată cu adresabilitatea, 808
strălucire, 808
subbaleiere/suprabaleiere, 812
temperatura culorilor, 800
tratament antistrălucire, 808-809
*acoperire, 809-810*
*mecanice, 809-810*
*plasă, 808-809*
*polarizare, 809-810*
tunuri de electroni, 801-802
unghi de deflexie, 810
**CRT, controller, 762**
**CSN (Card Select Number), 237**
secvența de izolare, 238
**cuarț, oscilatoare, 279**
**culori**
afișare, Plug-and-Play, 841-842
biți, 711-712
CD-R/DVD, discuri, 537-538
ceață, 722-723
cipuri de accelerare, 759-760
comprimare JPEG, 739
displayuri monocrome, 799
DVD-Video, 565
LCD, 821
LED, 660
octeți pentru atribute, 707
palete, 717
RAMDAC, 769
registru pentru masca de mapare, 773
scannere
*ajustare, 667-668*
*domeniu dinamic, 661*
*pre-prelucrare, 661*
scannere monocrome, 660
temperatură, 801
**culori bazate pe cerneală, 716**
**culori începătoșate, 722-723**
**cuprins**
adresarea discurilor CD-ROM, 552-553
CD-RW, 563-564
fixare, 561-562
**curbura ecranului, 807**
**curbura ecranului (CRT), 807**
**cursă inversă orizontală, 727**
**cursă inversă verticală, 728**
**cursoare**
cursoare pentru mouse, 644
hardware, 769
modul VGA de text, 794
**cursor hardware, 769**
**cutii.** ***Vezi*** **carcase**
**cuvinte, 166-167**

**cuvinte cvadruple, 166-167**
**cuvinte duble, 166-167**
**Cx5510, 159**
**Cx5510, microprocesor, 159**
**Cycle Frame, semnal (FRAME#), 332**
**Cyclical Redundancy Check, algoritm, 401**
**Cyrix, 123**
5x86, 134
6x86, 156-157
Jalapeno, 160
M II, 159-160
MediaGX, 159

## D

**D, conectoare (SCSI), 447, 838**
**DAC (convertoare numeric/analogic)**
Audio Codec, 91, 883
difuzoare USB, 886
**DASD (Direct Access Storage Device), 462**
**DAT, înregistrare elicoidală, 578**
**Data Cartridge (DC), 581**
**Data Communications Equipment (DCE), dispozitive, 938-939**
**Data Migration Facility, 957**
**Data Over Cable Service Interface Specification (DOCSIS), 1038**
**Data Path, cipuri, 294**
**Data Terminal Equipment (DCE), dispozitive, 938-939**
**Datapoint Corporation, Arcnet, 1072**
**date, 17**
**date de revizuire, BIOS, 253**
**date în subcanalul Q, 548**
**date seriale, afișare video, 833**
**DC300A, cartușe, 580**
**DC600, minicartușe, 586**
**DCE (Data Communications Equipment), dispozitive, 938-939**
**DCLZ, algoritm, 591**
**DDC, 833, 835**
**DDC2B, sistem, 834**
**DDS-2, 599**
**DDS-3, 599**
**DDS-4, 599**
**DDS-5, 599**
**DEC Alpha, 97-98**
**decalarea cilindrilor, 480-481**
**decibeli, audio analogic, 849**
**decodoare**
date comprimate, 370
tastatură, 297
**decodoare complexe, 143-144**
**decodoare de instrucțiuni, Pentium Pro, 143-144**
**decodoare generale, 143-144**
**decodoare restricționate, 143-144**
**decodor de memorie, 294**
**degradare, SMART, 358**
**Delta sigma, modulație, 549**
**demagnetizare, 354**
**demagnetizator, 804**
**densitate cvadruplă, 509**
**densitate de suprafață, 467-468**
medii cu peliculă, 469
**densitate dublă, 515**
**depășirea inferioară a bufferului de recepție, 554, 560**
**derulatoare (imprimante), 1086**
**deschidere liniară, 774**
**deschiderea diafragmei (lentilele aparatelor foto digitale), 671**
lentile cu focalizare fixă, 685
memorie, 774
**deschideri de memorie, 185, 774**
**Deschutes, 135**
**descriptoare de volum, CD-R, 556**
**Deskpro 386**
ATA, 396
magistrale, 317
**desktop, PC-uri**
carcase, 1164, 1168
surse de alimentare, 1126
*aspect, 1141*
*cerințele dispozitivelor, 1127*
*rezerva de putere, 1129*
*siguranță, 1141*
*standarde, 1141*
*ventilatoare, 1141*
**desktop, sloturi de extensie, 58**
**detectarea erorilor, protocol Link Access, 929**
**detectarea expunerii (aparate foto digitale), 679**
bliț, 683
control automat, 681
control manual, 681
domeniu, 682
**Device Bay (Compaq), 1167, 1173**
funcționare electrică, 1177
pini, 1177
tipodimensiuni, 1176
**Device Indicator, octet, 239**
**Device Manager**
afișarea driverelor de mouse instalate, 642
alocarea întreruperilor, 287
alocarea porturilor de intrare/ieșire, 250
folosirea canalelor DMA, 293
VMM, 181
**Device Type, coduri, 239**
**diafragme, 887**
**Diagnostics (Microsoft), 952**
**dialog de confirmare, 940**
interfața paralelă SCSI, 434
**Diamondtron, 806**
**diapozitive fotografice, adaptoare pentru folii transparente, 663**
**difuzoare, 876, 890**
cablare, 895
ecrane/incinte, 891
pasive/active, 892-893
plate, 892-893

satelit, 892-893
subwoofer, 892-893
**difuzoare bass reflex, 891**
**difuzoare cu deschidere, 892-893**
**difuzoare cu domeniu mediu, 891**
**difuzoare cu port acordat, 891**
**difuzoare dinamice, 890**
**difuzoare plate, 892-893**
**difuzoare satelit, 892-893**
**digital, audio, 852-853**
amplificatoare, 875
capturare
*analogică, 871-872*
*aspecte legale, 872-873*
*CD intern, 871-872*
*decodarea CD-urilor, 870-871*
*intrări de la microfon, 872-873*
comprimare, 855-856
*AAC, 858-859*
*MP3, 857*
*MPEG, 857*
*SDMI, 858-859*
*sunet în buclă, 859*
*TrueSpeech, 856*
*VQF, 858-859*
difuzoare, 876, 890
*difuzoare subwoofer, 892-893*
*ecrane/incinte, 891*
*pasive/active, 892-893*
*sateliți, 892-893*
drivere, 877
generatoare de ton, 874
hardware, 873
instalare
*conexiuni, 895*
*resurse de sistem, 894*
lărgime de bandă, 854
microfoane, 887
*conectoare, 889-890*
*direcționalitate, 888*
*electronică, 888*
multicanal, 865
*3D, 867*
*AC-3, 869*
*binaural, 866*
*cvadrofonic, 866*
*DTS, 870*
*SDDS, 870*
*stereo, 866*
*sunet spațial, 867-868*
plăci de sunet, 877
*calitate, 884*
*compatibilitate, 878*
*difuzoare USB, 886*
*interfața pentru CD, 883*
*MIDI, 883-884*
*mixere, 883-884*
rată de eșantionare, 852-853
rezoluție, 854
sintetizare, 859
*aditivă, 861-862*
*FM, 862*
*sisteme pentru Internet, 864*
*substractivă, 860-861*
*tabele de unde, 862*
transmitere, 855
**Digital Data Storage, 598**
**Digital Display Working Group, 844**
**Digital Equipment Corporation (DEC), Ethernet, 1068**
**Digital Flat Panel, port, 842-843**
**Digital Theater Sound (DTS), 566**
**DIMM (Dual In-Line Memory Modules), 218**
instalare, 224-225
**DIN, conector de tastatură, 635**
**diode cu efect de avalanșă, 1154**
**DIP, comutatoare**
ISA Plug-and-Play, 327-328
microprocesoare, 109
neajunsuri, 258
reinițializare BIOS, 262
**Direct Rambus, 205**
**Direct Stream Digital (DSD), 548**
**Direct-Connect, 666**
**Direct3D, 749**
**DirectInput, 749**
**Direction, semnal (unități de dischetă), 523**
**directoare**
clustere FAT, 486
discuri DMF, 511
salvare fișier cu fișier, 604-605
**director rădăcină**
discuri DMF, 511
NTFS, 488-489
**DirectPC (Hughes Electronics), 1040**
**DirectPlay, 749**
**DirectSound, 749**
**DirectX, 22, 748-749**
plăci de sunet, 883
suport AGP, 784-785
**dischete, 30-31, 506-508, 510**
100 MB, 516
3,5 inci, 512
*butuc, 513*
*carcasă, 512*
*căptușeală, 513*
*cheie de inserare, 513*
*format, 514*
*indicator de densitate, 514*
*protejare la scriere, 513*
Caleb UDH, 520
cerințe pentru alimentare, 1127
configurare, 525
*comprimare, 527*
*suport, 526*
configurare pentru încărcare, 266-267
controller, 297, 523
*cipul 765, 524*
*integrare, 525*
controller pentru periferice, 277
fețe/acoperire, 508
HiFD, 520
interfață, 453
*cablare, 456*
*controllere, 454-455*
Iomega
*100 MB, 516*
*250 MB, 517*
LS-120, 517-518
*compatibilitate, 519*
*format, 518*

proiectarea unităților, 521-522
*controlul capetelor, 521-522*
*controlul vitezei, 521-522*
*densitate foarte mare, 522-523*
*indexarea capetelor, 522-523*
proprietăți magnetice, 509-510
sector de încărcare, 234
spațiu de stocare pentru aparate foto digitale, 688
**dischete cu două fețe, 508**
**dischete de instalare, dischete DMF, 512**
**discuri, 510, 512**
100 MB, 516
3,5 inci, 512
*butuc, 513*
*carcasă, 512*
*căptușeală, 513*
*cheie de inserare, 513*
*format, 514*
*indicator de densitate, 514*
*protejare la scriere, 513*
Caleb UDH, 520
cilindri, 477
contaminare, 469
densitate de suprafață, 468
geometrie, 476
HiFD, 520
Iomega
*100 MB, 516*
*250 MB, 517*
LS-120, 517-518
*compatibilitate, 519*
*format, 518*
mecanism de acționare cu bobină și magnet permanent, 474
medii bazate pe oxid, 468
medii bazate pe peliculă, 469
piste, 476
piste defecte, 497
stocare magneto-optică, 361
substrat, 467-468
viteze de rotație, 465
**discuri CD-R albastre, 537-538**
**discuri cu densitate foarte mare, 509, 522-523**
**discuri cu mod mixt, 549-550**
**discuri cu o singură față, 508**
**discuri cu strat dublu și spirală inversă (RSDL), 535**
**discuri de sticlă, 467-468**
**discuri fixe. *Vezi* hard-discuri**
**discuri optice, Zip, 516**
**Display Data Channel, 833**
**displayuri cu plasmă, 823-824**
**displayuri cu super-răsucire, 819**
**displayuri de tip portret, 812**
**displayuri monocrome**
adaptoare de afișare, 795
atribute de afișare, 706
fosfor, 799
indicator pentru modul video, 704-705
**displayuri monocrome albe, 800**
**displayuri plate, 817**
cu plasmă, 823-824
dimensiune, 825-826
dispozitive cu suspensii de particule, 823
electroluminiscente, 823-824
FED, 821
interfețe, 825-826
LCD, 817
*colesterice, 819*
*cu baleiere dublă, 820*
*culori, 821*
*matrice activă, 820*
*matrice pasivă, 819*
*nematice, 818*
*timp de răspuns, 820*
LED, 823-824
rezoluție, 824
**displayuri, 27, 109. *Vezi și* adaptoare de afișare; sisteme de afișare**
conectoare
*BNC, 840*
*Enhanced Video Connector, 840*
*moștenite, 836-837*
*mufe cu un singur pin, 837*
*VGA, 838-839*
CRT (cathode-ray tube), 798
*controlul imaginii, 815*
*convergență, 802-803*
*culoare de fond, 800*
*curbura ecranului, 807*
*dimensionarea imaginii, 814*
*dimensiunile ecranului, 811*
*distanța între puncte, 806*
*distorsionarea imaginii, 815*
*fosfor, 799*
*grile de deschidere, 805*
*lățimea liniei, 806*
*masca perforată, 804*
*persistență, 801-802*
*puritate, 804*
*raportul dimensiunilor, 813*
*rezoluție, comparată cu adresabilitatea, 808*
*subbaleiere/suprabaleiere, 812*
*temperatura culorilor, 800*
*tratament antistrălucire, 808-809*
*tunuri de electroni, 801-802*
*unghi de deflexie, 810*
Digital Flat Panel, port, 842-843
displayuri plate, 817
*cu plasmă, 823-824*
*dimensiune, 825-826*
*dispozitive cu suspensie de particule, 823*
*electroluminiscente, 823-824*
*FED, 821*
*interfețe, 825-826*
*LCD, 817*
*LED, 823-824*
*rezoluție, 824*
domeniul frecvențelor de sincronizare, 827

DVI, 844
*Plug and Display, 842-843*
element de imagine, 799
Energy Star, 831
frecvențe de baleiere, 828
identificare
*codare hardware, 832-833*
*configurare manuală, 836*
*DDC, 833*
întrețesere, 829
lărgime de bandă, 829
maparea memoriei, 39-40
Plug and Display, 841-842
rate de reîmprospătare, 828
rezoluție, 828
urmărirea culorilor, 827
**dispozitiv de conversie a standardelor, 734**
**dispozitive**
ATA, identificare, 410-411
inițializatoare, 452
interfața PCI, 331
încărcare, 266-267
partajarea întreruperilor, 288
rezervarea porturilor de intrare/ieșire, 250
stocare, coercitivitate, 357
**dispozitive cu acces aleatoriu, 364-365**
**dispozitive cu cuplaj de sarcină, 726, 656**
**dispozitive cu suspensii de particule, 823**
**dispozitive de alimentare cu coli (scannere), 664**
**dispozitive de indicare, 32**
Isopoint, 648-649
joystick, 652
*interfață, 653*
manetă de indicare, 649
mouse, 638
*alte soluții, 645*
*brevetat, 640-641*
*drivere, 641*
*magistrală, 640-641*
*optic, 639*
*personalizare, 643*
*rezoluție, 643*
*serial, 640*
*USB, 641*
TouchPad, 650
trackball, 647
*comutatoare, 647*
*folosirea cu o singură mână, 647-648*
*interfețe, 648-649*
*mărimea bilei, 647-648*
*rezoluție, 648-649*
TrackPoint, 651
**dispozitive de intrare, 32**
**dispozitive de protecție la căderile de tensiuni**
durata de viață a bateriei, 1161
evaluare, 1159
forme de undă, 1160
interfețe, 1161
prize, 1160
regulatoare de tensiune, 1155-1157
sisteme de alimentare în așteptare, 1155-1157
sisteme de alimentare neîntreruptibile (UPS), 1155-1157
specificații, 1158
**dispozitive de protecție la supratensiuni, 1153**
circuite reactive, 1154
defectare, 1155
diode cu efect de avalanșă, 1154
funcționare, 1155
înlocuire, 1155
MOV (metal oxide varistor), 1153
tuburi cu gaz, 1154
**dispozitive de stocare, SmartMedia, 347**
**dispozitive grafice de intrare**
aparate foto digitale
*acoperirea lentilelor, 696-697*
*alimentare, 694*
*alimentare cu curent alternativ, 694-695*
*baterii, 694-695*
*bliț, 683*
*conexiuni, 692*
*controale, 695-696*
*controlul automat al expunerii, 681*
*controlul manual al expunerii, 681*
*detectarea expunerii, 679*
*dimensiuni, 695-696*
*domeniul de expunere, 682*
*focalizare, 684*
*greutate, 695-696*
*lentile, 671*
*lentile de zoom, 676*
*montare pe trepied, 695-696*
*obturatoare, 678*
*senzori de imagine, 669*
*vizoare, 689*
*vizoare LCD, 690*
scannere, 656
*adaptoare pentru folii transparente, 663*
*ajustarea domeniului dinamic, 667-668*
*color, în comparație cu monocrom, 660*
*cu pat, 658*
*dispozitive de alimentare cu coli, 664*
*domeniu dinamic, 661-662*
*folii transparente, 659*
*interfețe, 665*
*interpolare, 662*
*manuale, 658*
*OCR, 664*
*pre-scanare, 667*
*rezoluție, 662*
*stabilirea rezoluției, 668*
*tambur, 657*
*video, 659*
*viteza de scanare, 660-661*
*zona de imagine, 667*
*zona de scanare, 668*
**dispozitive moștenite, Plug-and-Play, 235**
**dispozitive pentru protecția liniei telefonice, 1162**
**distanța dintre punctele de pe ecran, 805**

**distanța între fante, 805**
**distanța între piste (CD/DVD), 539-540**
**distanța între puncte, 804**
**distanță focală (aparate foto digitale), 674**
**distorsionare de tip „butoi" (CRT), 814-815**
**distorsionare de tip „pernă" (CRT), 814-815**
**distorsionare orizontală, 814-815**
**distorsionarea imaginilor (CRT), 814-815**
**distorsiune trapezoidală, 815**
**distorsiune, audio analogic, 851-852**
**distorsiuni verticale, 814-815**
**distribuitoare (rețele), 1076**
cu detectare automată, 1076
legături către server, 1077
porturi, 1077
USB, 906
viteză, 1076
**Distribution Media Format (DMF), 511**
**distrugere radioactivă, 208**
**Ditto, salvare de siguranță pe bandă, 586-587**
**divizare, 381**
**divizare de perspectivă, 722-723**
**divizor programabil, 933**
**DIVX, sistem de licențiere, 567**
**DLT 7000, 593-594**
**DLT4000, cartușe de bandă, 592-593**
**DMA (Direct Memory Access), 290-291, 397-398**
AGP, 785-786
alocare, 290-291, 293
magistrala ISA, 324-325
magistrale de extensie, 310
*controlul sistemului, 308*
servicii de sistem suplimentare, 326-327
suport distribuit, 293
**DMA sincron, 400**
**DMF, 511**
**DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification), 1038**
**Dolby Digital, 869**
DVD-Video, 566
**Dolby Pro Logic, 867-868**
**Dolby stereo, 867-868**
**domenii de tensiune nedefinite, 44**
**domeniu de zoom, 677-678**
**domeniu dinamic (scannere), 661-662**
ajustare, 667-668
**domeniu tonal, domeniul dinamic al scannerelor, 662**
**dopare, 46**
**DOS (Disk Operating System)**
adresare SCSI, 436-437
afișare în mod caracter, 705-706
BIOS, 229
duplicarea memoriei ROM, 186
extensii CD-ROM, 553-554
FAT, 486
FDISK, 498
instalarea plăcii de sunet, 894
memorie DOS sub Windows, 189
microprocesoare 286, 130
mod virtual, 103
Num Lock, configurare, 266-267
partiție de încărcare, 498
tabele (BIOS), 257
zona de memorie înaltă, 184
**DRAM (RAM dinamic), 198**
Column Address Strobe, semnal, 199-200
cu cache, 181
cu coloane statice, 199-200
EDO, 200
îmbunătățit, 203
memorie EDO cu operare în rafale (Burst EDO), 201-202
multibanc, 205
RAM în mod pagină, 200
Rambus, 204
Row Address Strobe, semnal, 199-200
sincrone, 202
video, 205-206
WRAM, 205-206
**drepturi de copiere**
BIOS, 252-253
captare audio, 872-873
**Drive 16-bit I/O, semnal, 424**
**Drive Active/Drive 1 Present, semnal, 425**
**Drive Address Bus, semnale, 423**
**Drive Chip Select x, semnale, 423**
**Drive I/O Read, semnal, 423**
**Drive Reset, semnal, 424**
**Drive Select A/B, semnale, 523**
**Drive Select, semnale, unități de dischetă, 453**
**driver pentru difuzor, 890**
**drivere, 36, 877**
adaptoare de afișare, 793
adresare ATA, 425-426
audio, 877
cipuri de accelerare, 760-761
codecs, 738
DirectX, 748-749
drivere de imprimantă, 1094, 1118
drivere de porturi, 986
duplicarea memoriei ROM, 186
interfața SoundBlaster, 882
mouse, 641
PC Card, cartele, 340-341
performanțe față de BIOS, 252
SCSI
*numere de identificare, 438-439*
*suport asigurat de sistemul de operare, 451*
sisteme de afișare, 746

SVGA, 778
Twain, 667
USB, 909
*tastaturi, 637*
VESA BIOS Extensions, 778
**drivere de dipozitiv, 36-37**
BIOS, încărcare, 229
memorie DOS, 189
**drivere de dispozitive virtuale, memorie DOS, 189**
**drivere de imprimantă, 1094, 1118**
**drivere generice, 747**
**drivere pentru porturi, 986**
**drivere software.** ***Vezi*** **drivere**
**drivere video, 746**
**DriveSpace, 371**
montarea automată a dischetelor, 527
**DriveSpace 2, 371**
**DriveSpace 3, 371**
FAT32, 487-488
sistem de fișiere, 487-488
**DRVSPACE.000, 372**
**DS3, comunicații digitale, 1032**
**DSD, 549**
**DSL (G.Lite), 998**
**DSTN (double-scanned super-twist nematic), tehnologie nematică cu superrăsucire și baleiere dublă, 820**
**DSVD, 1019**
**DTE (Data Terminal Equipment), dispozitive, 938-939**
**DTS, 870**
**dublă cavitate, capsule PGA (pin-grid array), 143**
**dulapuri portabile, hard-discuri ca sisteme pentru salvări de siguranță, 601**
**dungă roșie, conectoare SCSI, 440**
**duplicare, 186**
limitările memoriei, 172-173
**Duracell, Smart Battery, 1138**
**durata simbolurilor, 925**
**DVD (Digital Video Disk), 530-531**
AC-3 audio, 870
acces secvențial, 363
citirea straturilor, 535
combinarea accesului secvențial și aleatoriu, 366
controlul vitezei de rotație, 540
cu două fețe, 534
decodor MPEG, 541
extragerea audio digitală, 540
fabricare, 533
factor x, 543
format fizic, 539
înregistrabile, 536
medii, 533
numai pentru citire, 535-536
rata de transfer al datelor, în comparație cu CD-urile, 543
rate de transfer, 539-540
RW, 538
standarde, 531, 546-547
straturi, 533
Super Audio CD, 548
tipuri, 534
unități, 540-541
*compatibilitate, 546*
*elemente de control, 545*
*schimbătoare, 544*
*timp de acces, 544*
*viteză, 542*
viteze de rotație, 539-540
**DVD+RW, 570**
**DVD-Audio, 568**
rate de eșantionare, 568
**DVD-R, 569**
**DVD-RAM, 569**
**DVD-ROM, 564**
**DVD-RW, 569**
**DVD-Video, 565**
coduri regionale, 567
**DVI, 844**
Plug and Display, 842
**Dvorak-Dealey, organizare, 617**

## E

**E1, linii, 1032**
**ECC (coduri corectoare de erori), 211**
**ECMA-247, 570**
**ECMA-279, standard, 569**
**ECP (Extended Capabilities Port), 958**
control, 990
**ecrane, 891**
**ecrane cu alb de tip hârtie, 800**
**ecrane cu curbură sferică, 807**
**ecrane cu super-răsucire, 818**
**ecrane cu super-răsucire triplă, 819**
**ecrane de tip teleimprimator, 700**
HTML, 701-702
suport BIOS, 701-702
terminale video, 700
**ecrane LCD cu matrice pasivă, 819**
**ecrane neîntreținute, persistență, 801-802**
**EDAC (detectarea și corectarea erorilor), 211**
**EDID (Extended Display Identification), 833**
**EDO (Extended Data Out), memorie, 200**
cu operare în rafale, 201-202
**EDS, module de memorie, 222**
**EEPROM, 178**
spațiu de stocare pentru identificarea dispozitivelor, 410-411
**efect Kerr, 361**
**efecte de frecvență joasă (LFE), canal, 869**
**efecte de iluminare, 722-723**
trasarea razei, 722-723
umbrire, 723
**efecte de profunzime, 723**
**EGA (Enhanced Graphics Adapter), adaptor de grafică îmbunătățit, 753**

**egalizare, 890**
**EIDE, 397**
**EISA (Extended Industry Standard Architecture), magistrală, 318**
**electroluminiscent (EL), panouri, 817**
**electroluminiscentă, afișare, 823-824**
**electromagnetice, câmpuri, 1182**
interferență, 1182
*interferență de semnal, 1183*
*interferență de zgomot, 1183*
*reducere la minim, 1183*
probleme de sănătate, 1184
protecție, 1184
semnale cu frecvență extrem de joasă (ELF), 1184
semnale cu frecvență foarte joasă (VLF), 1184
**electronică**
circuite imprimate, 49
*fabricare, 49-50*
*lipire pe suprafață, tehnologie, 51*
*pini montați în găuri, tehnologie, 50*
circuite integrate, 47-48
condensatori, 174
semiconductoare, 46-47
tuburi cu vid, 45
**electronică bazată pe semiconductoare, 46**
**element de imagine, 799**
**eliminarea interferențelor, IrDA, 927**
**eliminarea vibrațiilor (tastaturi), 613**
**emitor, tunuri de electroni, 801-802**
**Energy Star, standarde, 831**
gestionarea energiei prin setul de cipuri, 293-294
**Enhanced Fixed Disk Parameter Table, 256**
**Enhanced Graphics Adapter (EGA), 753**
**Enhanced Keyboard, 619**
**Enhanced Parallel Port**
control, 988
unități portabile pentru salvări de siguranță, 603
**Enhanced Parallel Port Partnership, 958**
**Enhanced Video Connector, 840**
**Enter, tastă, 628**
**EPP (porturi paralele îmbunătățite), 958**
control, 988
**EPROM, 177**
PC Card, cartele, *77*, 337
**ErgoForce, tastatură, 615-616**
**erori**
DVD-ROM, 564
hard, 208-209
la nivel de cip, 206-207
la nivel de sistem, 208
unități AV, 494-495
**erori de pagină, 180**
**erori determinate de temperatură, 104**
**erori hard, 208-209**
**erori soft, 206-207**
**eșantionare prin reducere, 739-740**
**Ethernet, 1068-1069**
**etichetarea discurilor CD-R, 537-538, 561-562**
**EV (indici de expunere), 682**
**evaluarea vitezei, module de memorie, 223**
**Exabyte, 597**
**excepții, modul protejat, 102-103**
**execuție dinamică, 141-142**
Xeon, 149
**execuție locală, standard, 342**
**execuție prin canalizare, 92**
6x86, 156
AGP, 787
M II, 160
memorie DRAM sincronă, 202
Pentium, 136
RISC, 98-99
**execuție prin regrupare, 93**
**execuție speculativă, 92**
**exponent (numere în virgulă mobilă), 89-90**
**exponometre, 672, 679**
**Extend Bus Cycle, semnal (PC Cards), 339**
**Extended Display Identification (EDID), 833**
**Extended Graphics Array (XGA), 753**
**extragere audio digitală, 540, 870-871**
**Extremely Low Voltage Semiconductors, 107**

## F

**f-stop, 672, 674**
viteza obturatorului, 678
zoom optic, 677
**fascicul de electroni (video), 726**
**Fast ATA, 397**
compatibilitate, 415
**Fast SCSI, performanțe, 433**
**FAT (File AllocationTable), 485**
16 biți, 487
limite de capacitate, 490
limite DOS, 487
**FAT32, 487**
**faxuri, 1046**
standarde
*clase de interfețe, 1051*
*Group 3, standarde, 1048*
*Group 4, standarde, 1051*
*standarde analogice, 1048*
**fără fir. *Vezi* IrDA**
**FC-AL (fibre chanel arbitrated loop), 431**
**FCC, standarde pentru undele radio emise de PC-uri, 1182**
**FDDI (Fiber Distributed Data Interface), 1072**
**FDISK, 498-499**
**FED, 821**
**Federal Communications Commissions, standarde pentru undele radio emise de PC-uri, 1182**

**ferestre hardware, 718-719**
**Fiber Distributed Data Interface (FDDI), 1072**
**FIFO (primul-intrat, primul-ieșit), buffer, 950**
**File NODE, 488-489**
**File System Properties, cache software, 379**
**FilterKeys, 622-623**
**filtrare biliniară, 721-722**
**filtrare triliniară, 721-722**
**filtre trece-jos, amplificatoare audio, 875**
**filtre, comprimarea imaginilor, 737**
**fire de tensionare (grilă de deschidere), 806**
**FireWire, 431, 899, 914-915, 932**
arbitrare, 918
cablare, 920-921
comparație cu SCSI, 916
configurare, 918
EVC, 841
interfețe pentru aparate foto digitale, 693
performanțe, 917
sincronizare, 917
straturi, 919-920
**firmware (BIOS), 227**
**fișier de schimb, 181**
DriveSpace, 373
**fișiere**
CD-R, blocuri logice, 555
comprimate, 370
*dischete, 527*
dimensiunea fișierelor comprimate, 373
fragmentate, NTFS, 489
NTFS, 488-489
ștergere, operații în FAT, 486
**fișiere fragmentate, NTFS, 489**
**fișiere imagine**
CD-R, 557
depășire inferioară la recepție, 561
**Fixed Disk Parameter Table, 256**
**Flex Slot, 68**
**Floppy Seek at Bootup, opțiune, 267-268**
**fluorură de magneziu, tratament anti-strălucire pentru monitoare CRT, 809-810**
**FM, sintetizare, 862**
**FM, subpurtătoare, SECAM, 734**
**focalizare (aparate foto digitale), 684**
automată, 686
balanța de alb, 687
comprimare, 689
fixă, 685
stocarea imaginilor, 687
**focalizare automată, 686**
**focalizare convențională, 685**
**focalizare fixă, 685**
**focalizare internă, 685**
**foi de calcul tabelar, 19**
**folii de prezentare, adaptoare pentru folii transparente, 663**
**fonturi**
casete pentru caractere, 704-705
OCR, 664
sisteme de afișare, EDID, 834
VGA, mod pentru text, 794
**formatare**
instalarea unităților, 496-497
CD ROM, 549-550
*adresare, 551-552*
*capacitate, 552-553*
*codarea datelor, 551*
*sesiuni, 551-552*
CD-R, combinarea formatelor, 559
CD/DVD, 539
dischete
*cu densitate dublă, formatate cu densitate foarte mare, 510*
*cu o singură față, formatate pe ambele fețe, 508*
dischete de 3,5 inci, 514
discuri LS-120, 518
hard-discuri, 478-479
*decalarea cilindrilor, 480-481*
*identificarea sectoarelor, 478-479*
*intercalarea sectoarelor, 479*
instalarea unităților, 501
IrDA, 926
la nivel scăzut, instalarea discurilor, 497
**formatare la nivel scăzut, 478-479**
**formate**
salvări de siguranță pe bandă, 578
*bandă digitală liniară, 592*
*compatibilitatea cartușelor, 591-592*
*comprimarea datelor, 591*
*înregistrare liniară, 579*
*Linear Tape Open, 594*
*QIC, 579*
*QIC EX, 590-591*
*QIC MC, 584*
*QIC Wide, 588-590*
*scanare elicoidală, 597*
SmartMedia, 347
**forța de inserare, 71**
**fosfor, 799**
FED, 822
grile de deschidere, 805
persistență, 801-802
**fotocelule, 680**
**fotodetector**
CD/DVD, 532
mouse optic, 639
**fotografie chimică, focalizare automată, 686**
**fotografie fără argint, 669**
**fotografii**
aparate foto digitale, expunere automată, 672
scanare, 668
**FPU (floating point unit - unitate în virgulă mobilă), 89-90**
6x86, 157
arhitectura Intel, 90

coprocesoare matematice, 90
M II, 160
Pentium, 137-138
Pentium III, 150
**FRAME#, semnal, 787**
**frecvența de câmpuri, 829**
**frecvența de linii, 726**
**frecvența purtătoarei, 862**
**frecvența scrierii automate, configurarea BIOS avansată, 266-267**
**frecvență de baleiere orizontală, 828**
**frecvență de cadre, 726, 828**
afișare pentru aparate foto digitale, 690
MPEG-3, 744
semnale de televiziune, 732
**frecvență de sincronizare orizontală, 828**
**frecvență modulatoare, 862**
**frecvență orizontală, 726**
**frecvență verticală, 726**
**frecvențe**
4x, AGP, 788-789
audio, 860-861
*MPEG, 857*
*sintetizare aditivă, 861-862*
audio analogic, 848-849
audio digital, rată de eșantionare, 853
ceas de timp real, 283
condensatori de cuplaj, 885
controllere video, 761-762
derivate, 323
difuzoare pentru PC, 876
divizoare, 279
generatoare de ton, 874
magistrala PCI, sistem de semnale, 331
modulație în lățimea impulsului, 875
multiplicatoare, 279
proiectare originală, 280
rezonanța cristalelor de cuarț, 279
semnale de televiziune, 732
sintetizare FM, 862
Super Audio CD, 549
**frecvențe de baleiere, 828**
**frecvențe fundamentale, 859**
**Frozen, mod de lucru (ATA), 410**
**Fuji, HiFD, discuri, 520**
**Fujitsu Microelectronics, cartele de memorie, 320**
**Full, semnale (EVC), 841**
**full-color, video, 736**
**funcții USB, 906**
**furnizori de servicii Internet (Internet Service Providers - ISP), 1043**
**furnizori, suport pentru hard-disc, 504**

## G

**G.Lite, 998, 1035**
**galben, monitoare monocrome, 800**
**gamma, 667-668**
amplificatoare video, 827
**Gang of Nine, 318**
**garanție, hard-discuri, 503-504**
**Gateway, HandBook, PC notebook, 1170**
**găuri placate, 49-50**
**GDI (Graphic Device Interface), 748-749**
**General Instruments, DOCSIS, 1038**
**generatoare de cod, 27**
**generatoare de forme de undă, 860-861**
**generatoare de ton, 874**
**geometria hard-discurilor, 476**
cilindri, 477
piste, 476
sectoare, 477
**geometrie logică, 482**
**germaniu, 46**
**ghidaje pentru cartele, 70**
**GIF**
CLUT, 717
comprimare video, 737
**Gigabit Ethernet, 1070**
**Gouraud, umbrire, 723**
**grafică**
2D, 708
*afișare în ferestre, 718-719*
*atribute, 711-712*
*blocuri, 709*
*codarea culorilor, 715*
*comenzi de desenare, 717-718*
*comenzi de grafică, 717*
*mapare pe biți, 710*
*maparea culorilor, 716*
*obiecte grafice mobile, 717-718*
*panoramare prin mijloace hardware, 718-719*
*planuri de culoare, 712-714*
*rezoluție, 711-712*
*spații de culoare, 715*
*transferuri pe blocuri de biți, 717-718*
*vectori, 711*
3D, 719
*buffere duble, 724*
*efecte de iluminare, 722-723*
*efecte de profunzime, 721-722*
*folosirea bufferelor z, 723*
*maparea texturilor, 720-721*
*parchetare, 720-721*
*perspectivă atmosferică, 722-723*
*poziționare în profunzime, 722-723*
*transparență, 723*
*umbrire, 723*
*urmărirea razei, 722-723*
APA, tehnică de tipărire grafică, 1086
API, interfețe, 748
*DirectX, 748-749*
*Windows GDI, 748-749*
buffere de cadre, 711
comenzi, 427-428, 717
*afișare în ferestre, 718-719*

*desenare, 717-718*
*obiecte grafice mobile, 717-718*
*panoramare prin mijloace hardware, 718-719*
*transferuri pe blocuri de biți, 717-718*
drivere, 746
integrare video, 728-729
*capturare video, 735*
*NTSC, 731*
*S-Video, 732*
*standarde, 730*
*standarde internaționale, 733*
*suprapunere video, 734*
semnale, 724
*baleiere, 725*
*cursă inversă, 727*
*interval vertical, 728-729*
*pauze anterioare și posterioare, 728*
*sincronizare, 726*
*stingerea spotului, 728*
**grafică pe blocuri, 709**
**grafică prin mapare, 703, 710**
adăugarea culorilor, 712-713
**grafică raster, 711**
**grafică vectorială, 711**
**Grant, semnal (controlul magistralei PCI), 332-333**
**grile de deschidere, 805**
puritate, 804
**Gutenberg, Johannes, 1084**

## H

**HAL, nivel de abstractizare hardware, 748-749**
cipuri de accelerare, 756-757
**HandBook, PC-uri notebook (Gateway), 1170**
**hard-discuri. *Vezi* unități de hard-disc**
**hardware, 28**
BIOS, 29-30
CD-ROM, 31
legarea de software, 34
*API, 36-37*
*BIOS, 38*
*drivere pentru dispozitive, 36-37*
*ierarhia de control, 35*
*interfețe pentru dispozitive, 38-39*
memorie, 29-30
microprocesoare, 29-30
plăci de bază, 29
seturi de cipuri, 29-30
sloturi de extensie, 30-31
unități de bandă, 31
unități de dischetă, 30-31
unități de hard-disc, 30-31
**HDSL (High Data Rate Digital Subscriber Line), 1033**
**HDTV (High Definition Television)**
comparație cu DVD, 566
raportul dimensiunilor, 814
**Hennesey, John, 97-98**
**Hertz, 848-849**
**Hewlett-Packard**
DOCSIS, 1038
ECP, 958
LaserJet, 1101
PCL, 1118
PowerSlice XL, 1137
Resolution Enhancement Technology, 1091
ThinkJet, 1098-1099
**HiFD, 520**
**High Data Rate Digital Subscriber Line (HDSL), 1033**
**High Sierra, format, 553-554**
**HiPack, 371**
**histogramă, 667-668**
**Howtek Pixelmaster, 1099**
**HTML (Hypertext Markup Language), 1043-1044**
monitoare de tip teleimprimator, 701-702
**Huffman, codare, 741**
MPEG-1, 744
**Hughes Electronics (DirectPC), 1040**
**Hypertext Markup Language (HTML), 1043-1044**

## I

**I+D (instrucțiuni plus date), cache, 197-198**
**I.link. *Vezi* FireWire**
**I/O (intrare/ieșire)**
16-bit Chip Select, semnal, 325-326
canale DMA, 291-292
Channel Check, linie, 324
Channel Ready (IORDY), linie, 399
Channel Ready, linie, 324
Channel Ready, semnal, 424
DMA, 399-400
Read Command, linie, 324
regiștri, semnale ATA, 421-422
semnale ATA, 424
semnale de verificare (IOCHCK#), 289-290
Write Command, linie, 324
**I/O, porturi, 33, 900**
adresare ATA, 426-427
adresarea bufferelor de cadre, 772
afișarea alocărilor în Windows, 250
cadre, 902-903
Centronics, porturi, 956
CMOS, alocarea memoriei, 261
conectoare, model ATX, 63
conflicte între plăcile de extensie, 249
controller, 277
controller de periferice, 297
distribuitoare, 1077
FireWire, 899, 914, 932
*arbitrare, 918*
*cablare, 920-921*
*configurare, 918*
*performanțe, 841*
*sincronizare, 917*
*straturi, 919-920*
generatoare de ton, 875

interfața SoundBlaster, 880
IrDA, 921
*cadre anulate, 926*
*eliminarea interferențelor, 927*
*format, 926*
*împănare cu biți, 926*
*lățimea impulsului, 924*
*Link Access, protocol, 927*
*Link Management, protocol, 929*
*lumină infraroșie, 923-924*
*modulație, 925*
*rate de date, 923-924*
*strat fizic, 923-924*
magistrala PC, 314-315
magistrale de extensie, adresare, 304
mapare, 249
memoria VGA, 774
modele de plăci de bază, 54
mouse serial, 640
pachete, 903
*tratarea erorilor, 904*
PC Card, cartele, 339
Plug and Play, 235
porturi paralele, 931
*adrese de bază, 985*
*aplicații principale, 931-932*
*bidirecționale, 957*
*cabluri, 972*
*conectoare, 959*
*control, 987*
*controlul fluxului, 975*
*dispozitive per port, 931-932*
*drivere pentru porturi, 986*
*funcționare electrică, 974*
*IEEE-1284, 957*
*interfața logică, 984*
*istoric, 956*
*îmbunătățite, 974, 981, 988*
*întreruperi, 985*
*mod de compatibilitate, 974*
*mod de lucru pe nibluri, 957, 973, 979*
*mod de lucru pe octeți, 974, 980*
*modul ECP, 974, 982-983*
*nume, 985*
*origini, 931-932*
*Plug and Play, 994*
*portul paralel PS/2, 957*
*porturi de intrare/ieșire, 985*
*porturi paralele standard, 958-959*
*posibilități extinse, 958, 990*
*prezentare generală, 955*
*probleme de performanță, 991-992*
*semnale, 975, 991-992*
*viteză, 931-932*
porturi seriale, 931
*adrese de bază, 954*
*aplicații principale, 931-932*
*cabluri, 943*
*cerințe privind cablurile periferice, 945*
*conductoare pe cablu, 931-932*
*conectoare, 935*
*dispozitive per port, 931-932*
*divizoare programabile, 933*
*funcționare electrică, 934-935*
*integritatea semnalelor, 934-935*
*interfața logică, 954*
*întreruperi, 954*
*lungimea cablurilor, 931-932*
*nume, 954*
*origini, 931-932*
*porturi seriale îmbunătățite, 953*
*rata de transfer pe biți, 933*
*RS-232C, port, 932*
*semnale, 938*
*seturi de date, 938-939*
*terminal de date, 938-939*
*UART, 948*
*viteză, 931-932, 934-935*
rezervare pentru dispozitive, 250
sincronizare, 901
tastatură, 627
*coduri de scanare, 628*
*comenzi software, 629*
*compatibilitate, 632*
*conexiuni, 633*
*interfața cu sistemul gazdă, 631*
*protocol, 629*
*USB, 637*
unități de dischetă, 525
USB, 899, 905, 932
*2.0, 914*
*cabluri, 908-909*
*codarea datelor, 910*
*conectoare, 908*
*pachete de confirmare, 914*
*pachete de date, 913*
*pachete jeton, 912-913*
*protocoale, 911*
*standard, 914*
*suport software, 909*
**I/O, unitate, 88**
**I2C, interfață serială, 833**
**IBM, 123**
Advanced BIOS, 242-243
ASIC, 275
BIOS, 242
*octeți pentru identificarea sistemului, 253-254*
Blue Lightning, 134
ceasuri de sistem, 280
CMOS, 259
compatibilitatea tastaturilor, 633
Data Migration Facility, 957
DVD, 531
ECC, 211
IBM 360, 95
influență asupra proiectării carcaselor, 1168
magistrala PC, 314-315
MCA, 318

mod de date în flux continuu, 308
No-ID Format, 478-479
Personal Computer AT, 130
porturi paralele, 956
Token Ring, 1070
TrackPoint, 651
XDF, format, 512
**IDE. *Vezi* ATA**
**identificare**
afișare
*codare cablată, 832-833*
*configurare manuală, 836*
*DDC, 833, 835*
BIOS, 254-255
*AMI, 254-255*
*Award, 255*
dispozitive SCSI, 437
**identificarea dispozitivelor, instalarea unităților, 496**
**Idle, mod de lucru, 408**
**IEC, document X3T10/94-190, 503**
**IEEE 1284, dispozitive care respectă standardul, 958-959**
**IEEE 1394. *Vezi* FireWire**
**IEEE 696, 314**
**IEEE 802.3, specificații, 1068-1069**
**IEEE 802.5, specificații, 1070**
**IEEE, formate în virgulă mobilă, 89-90**
**IEEE-1284-1994, 958-959**
**ieșiri la nivel de linie, 885**
**imagini**
comprimare, 371
stocare în aparate foto digitale, 687
**imagini cu toate punctele adresabile, 711, 1086**
**impedanță**
audio analogic, 850-851
corespondența cu sistemul extern de difuzoare, 895
microfoane, 889
**imprimante, 34, 1081**
aspect, 1083
calitatea rezultatului, 1089
*adresabilitate, 1091*
*calitate apropiată de a mașinilor de scris, 1088*
*calitate egală cu a mașinilor de scris, 1088*
*cerințe de memorie, 1092*
*imprimante de linie, 1090*
*imprimante de pagină, 1091*
*modul ciornă, 1088*
*Resolution Enhancement Technology, 1091*
*rezoluție, 1091*
*toner, 1092*
conexiuni, 1118
consumabile, 1116
*cartușe, 1117*
*hârtie, 1118*
drivere, 1094, 1118
funcționare, 1083
grafică APA, 1086
imprimante de linie, 1087
imprimante de pagină, 1087
imprimante de rețea, 1065
imprimare color, 1092
*amestecarea culorilor, 1093*
*combinarea cernelurilor, 1092*
*difuzarea vopselii, 1107*
*imprimante cu patru culori, 1093*
*imprimante cu trei culori, 1093*
*imprimante laser color, 1104-1105*
*transfer termic, 1105*
interfețe, 1118
*PCL, 1119*
*PostScript, 1119-1120*
*Windows GDI, 1118*
manipularea hârtiei, 1109
*conținutul de umezeală, 1113*
*dimensiuni obișnuite pentru hârtie, 1112*
*dispozitive de alimentare cu coli, 1109*
*dispozitive de alimentare cu hârtie continuă, 1114*
*greutăți obișnuite pentru hârtie, 1113*
*interclasare, 1113*
*tipărire duplex (pe două fețe), 1114*
manipularea mediilor, 1111
manipularea plicurilor, 1113
mecanism de repartizare a operațiilor de tipărire, 1086
memorie, 1092
motoare, 1094
*discuri cu litere, 1107*
*imprimante cu difuzarea vopselii, 1107*
*imprimante cu jet de cerneală, 1095-1098*
*imprimante cu transfer termic, 1105*
*imprimante cu transfer termic direct, 1105*
*imprimante laser, 1101*
*imprimante matriceale, 1094*
partajare, 1065, 1119-1120
*dispozitive hardware, 1120*
*software, 1121*
prezentare istorică a tipăririi, 1084
rezoluție
*imprimante laser, 1103*
*toner, 1104*
scanare fotografică, 668
semnale
*Auto Feed XT, semnal, 978*
*nFault, semnal, 976-977*
*PError, semnal, 976-977*
*semnal de selectare, 976-977*
*semnal pentru epuizarea hârtiei, 976-977*
*semnal pentru inițializarea imprimantei, 977-978*
*semnal pentru selectarea intrării, 977-978*

tehnologii, 1083
*ceară termică, 1082, 1085*
*difuzarea vopselii, 1082, 1085*
*istoric, 1083, 1085*
*jet de cerneală, color, 1082*
*jet de cerneală, cu schimbare de fază, 1082*
*laser, color, 1082*
*laser, monocrom, 1082*
*matriceală, 1085*
*matriceale cu impact, 1082*
*termice, 1085*
toner, efect asupra calității de ieșire, 1092
viteză, 1083
*color, comparat cu alb-negru, 1089*
*moduri, 1088*
*unități de măsură, 1087*
*viteza motorului față de productivitate, 1088*
**imprimante alb-negru, viteză, 1089**
**imprimante color, 1092**
amestecarea cernelurilor, 1092
combinarea culorilor, 1093
imprimante cu difuzarea vopselii, 1107
imprimante cu patru culori, 1093
imprimante cu transfer termic, 1105
imprimante cu trei culori, 1093
imprimante laser color, 1082, 1104-1105
tehnologii, 1082
viteză, 1089
**imprimante color cu jet de cerneală, 1082**
**imprimante cu cerneală solidă. *Vezi* imprimante cu jet de cerneală cu schimbare de fază**
**imprimante cu difuzarea vopselii, 1082, 1085**
motoare, 1107
**imprimante cu jet de cerneală**
motoare, 1099
cartușe, 1117
color, 1082
cristale piezoelectrice, 1099
etichete pentru CD-uri, 562-563
hârtie, 1118
motoare, 1095-1098
schimbare de fază, 1082, 1099
termice, 1095-1098
**imprimante cu jet de cerneală cu schimbare de fază, 1082**
**imprimante cu transfer termic, motoare, 1105**
**imprimante de rețea, 1065**
**imprimante în mod pagină, 1087**
calitate, 1091
**imprimante laser**
**imprimante laser color, 1082, 1104-1105**
**imprimante laser monocrome, 1082**
imprimante laser color, 1082
imprimante laser monocrome, 1082
imprimare color, 1104-1105
motoare, 1101
*dispozitiv de încălzire, 1103*
*fascicul de lumină, 1102*
*imprimante cu LED-uri, 1102*
*imprimante cu obturator LCD, 1102*
*lamelă de ștergere, 1103*
*OPC, 1102*
*RIP, 1103*
*rolă de developare, 1102*
*rolă de încărcare, 1102*
*rolă de susținere, 1103*
*rolă de transfer, 1102*
*toner, 1104-1105*
*variații, 1103*
rezoluție, 1103
toner, 1104
*înlocuire, 1117*
*reumplere, 1117*
**imprimante matriceale, 1085**
motoare, 1094
**imprimante pe rânduri, 1087**
calitate, 1090
**imprimante termice, 1085**
**imprimante termice cu ceară, 1082, 1085**
**imprimante termice directe, 1105**
**incinte, difuzoare, 891**
**indecși**
adresarea discurilor CD ROM, 552-553
capetele unității de dischetă, 522-523
**Index, semnal (unitate de dischetă), 524**
**indicator de acces, 181**
**indicator de modificare, 181**
**indicator de start, IrDA, 928**
**indicator pentru modul video, 704-705**
**informații suplimentare, transferuri SCSI asincrone, 435**
**Infrared Data Association (IrDA). *Vezi* IrDA**
**Initialization Device Select (IDSEL), 334**
**Initiation Key, 236**
**Initiator Ready, semnal, 332-333**
**inițializator, 310, 452**
**inițializator (SCSI), 443**
**instalare**
audio
*conexiuni, 895*
*resurse de sistem, 894*
hard-discuri, 494-495
*configurare BIOS, 496-497*
*formatare, 501*
*formatare la nivel scăzut, 496-497*
*partiționare, 498-499*
*recunoașterea unităților de disc, 496*

modemuri, 1052
module de memorie, 222
*adaptoare pentru module SIMM, 224*
*combinarea modulelor, 222-223*
*identificare, 224-225*
*materiale de contact, 223-224*
*orientare, 224-225*
module SIMM cu 72 de pini, 216
plăci de bază, 1179
**instrucțiuni complexe, 84**
**instrucțiuni de transfer condiționat, Pentium Pro, 141-142**
**integrare pe scară foarte largă (VLSI), 49**
**integrare pe scară largă (LSI), 49**
**integrare pe scară ultra largă (ULSI), 49**
**integrare video, 728-729**
standarde, 730
*NTSC, 731*
*PAL, 733*
*S-Video, 732*
*SECAM, 733*
**Integrated Device Technology (IDT), 124**
**Integrated Services Digital Network (ISDN), 1036**
implementări, 1036
istoric, 1036
modemuri ISDN, 1037
**Intel**
Advanced Configuration and Power Interface (ACPI), 1146
Advanced Power Management (APM), interfață, 1141
DVI, 844
Enhanced Parallel Port Partnership, 958
Ethernet, 1068
Graphics Component Division, 123
influență asupra proiectării porturilor, 931
istoric, 119
magistrala PCI, 320
moduri de operare, 101
Pentium, 136-139
Pentium II, 145-146
Pentium II Celeron, 147-148
Pentium II OverDrive, 149
Pentium II Xeon, 148-149
Pentium III, 150
Pentium III Xeon, 150-151
Pentium Pro, 141
*MMX, 140-141*
*multiplicatoare pentru viteza magistralei, 138-139*
*notebook, 140-141*
*OverDrive, 139*
Smart Battery, 1138
SmartMedia, 345
socluri pentru microprocesoare, 115-116
System Management Mode, 293-294
unitate în virgulă mobilă, 90
**intensitate (spațiu de culori), 716**
**intensitate/nuanță/saturație, spațiu de culoare, 716**
**intercalarea paginilor, configurarea BIOS avansată, 265-266**
**interconexiuni, 329**
**interfața paralelă SCSI, 432**
algoritmi de translatare, 436-437
arbitrare, 452
cablare, 437
*conectoare, 440-441, 445-446*
*identificare, 437, 440*
*lungimea cablurilor, 445*
*terminare, 442*
capacitate/adresare, 435-436
combinarea standardelor, 449
conectoare
*50 de pini, extern, 447*
*50 de pini, intern, 446*
*68 de pini, 448*
*80 de pini SCA, 448-449*
încărcare, 452
performanțe, 432
*dialog de confirmare, 434*
*factori externi, 435-436*
*frecvența de ceas, 433*
*lățimea magistralei, 435*
suport asigurat de sistemul de operare, 451
**interfața pentru pachete. *Vezi* ATAPI**
**interferența între simboluri, 369**
**interfețe, 20-22**
adaptoare de afișare, 782
*AGP, 784*
*API, 748*
*drivere, 746*
*între cartele, 790*
*magistrala ISA, 782-783*
*magistrala locală, 783-784*
*magistrale, 782-783*
*UMA, 790*
Advanced Configuration and Power Interface, 1146
*configurare, 1149*
*dezactivare software, 1147*
*stări, 1147*
Advanced Power Management (APM), interfață, 1141
*funcționare, 1144*
*stări, 1142*
*structură, 1143*
aparate foto digitale, 693
ATA, 394-397
*ATAPI, 406-407*
*cablare, 416*
*capacitate, 402*
*compatibilitate, 415*
*conectoare, 419*
*gestionarea energiei, 408-409*
*identificarea dispozitivelor, 410-411*
*interfața logică, 425-426*
*performanțe, 397*

*securitate, 409-410*
*semnale, 420*
*SMART, 414*
*standarde, 414-415*
CD ROM, plăci de sunet, 883
CD/DVD, 540
dischete, 453
*cablare, 456*
*controllere, 454-455*
discuri Zip, 517
displayuri plate, 825-826
FireWire, 914-915
hard-discuri, 296-297
*codare RLL avansată, 368*
*rate de transfer de date, 493*
interfața cu imprimanta, 1118
*PCL (Printer Control Language), 1119*
*PostScript, 1119-1120*
*Windows GDI, 1118*
interfața paralelă SCSI, 427, 432
*arbitrare, 452*
*cablare, 437*
*capacitate/adresare, 435-436*
*combinarea standardelor, 449*
*conectoare, 440-441, 446*
*identificare, 437*
*încărcare, 452*
*lungimea cablurilor, 445*
*performanțe, 432-433*
*standarde, 429-431*
*suport asigurat de sistemul de operare, 451*
*terminare, 442*
joystick, 653
MIDI, 883-884
modemuri
*interfața cu utilizatorul, 1021*
*interfața PC, 1020*
*interfețe de linie, 1022*
porturi de tastatură, 631
porturi paralele, interfața logică, 984
porturi seriale, interfața logică, 954
rate de transfer comparate, 389-390
salvări de siguranță pe bandă, QIC-3030-MC, 587
scannere, 665
*viteze de scanare, 660-661*
stocare, 374-375, 388
*ATA față de SCSI, 392*
*cost, 392*
*identificare, 392*
*performanțe, 389*
*posibilitate de conectare, 391*
trackball, 648-649
UPS, 1161
**interfețe cu utilizatorul, 18**
**interfețe de stocare**
ATA, 394-397
*ATAPI, 406-407*
*cablare, 416*
*capacitate, 402*
*compatibilitate, 415*
*conectoare, 419*
*gestionarea energiei, 408-409*
*identificarea dispozitivelor, 410-411*
*interfața logică, 425-426*
*performanțe, 397*
*securitate, 409-410*
*semnale, 420*
*SMART, 414*
*standarde, 414-415*
dischete, 453, 454-455
*cablare, 456*
*controllere, 454-455*
interfața paralelă SCSI, 427, 432
*arbitrare, 452*
*cablare, 437*
*capacitate/adresare, 435-436*
*combinarea standardelor, 449*
*conectoare, 440-441, 446*
*identificare, 437*
*încărcare, 452*
*lungimea cablurilor, 445*
*performanțe, 432-433*
*standarde, 429-431*
*suport asigurat de sistemul de operare, 451*
*terminare, 442*
**interfețe inter-cartele, adaptoare de afișare, 790**
canal VESA, 792
ciclare, 791
conector de bază VESA, 792
conector video auxiliar VGA, 791
portul de interfață VESA, 793
**interfețe la nivel de dispozitiv, 375**
**interfețe la nivelul sistemului, 375**
**interfețe logice, 425-426**
**interfețe pentru dispozitive, 38-39**
adresare, 39-40
alocarea resurselor, 40
maparea intrărilor și ieșirilor, 38-39
maparea memoriei, 39-40
**interfețe software, PC Card, 340-341**
servicii de soclu, 340-341
servicii pentru cartele, 341-342
**International Standard 11172-2, 744**
**International Telecommunications Union (ITU), 1026, 1028**
**International Telegraph and Telephone Consultative Committee (CCITT), 1026, 1028**
**Internet, 1040**
audio
*ciclare, 859*
*comprimare, 856*
ISP, 1042
istoric, 1041
limite de performanță, 1044
MP3, 857
partajare, 1066

SDMI, 858-859
securitate, 1045
*parafoc, 1045*
*viruși, 1045*
sisteme audio, 864
structură, 1042
*adresare, 1042*
*sufixe pentru numele domeniilor, 1043*
*URL (uniform resource locator), 1043*
World Wide Web, 1043-1044
**Internet II, 1043**
**Internet Wave, 865**
**Interrupt 1A, 340-341**
**interval de corectitudine, 919**
**interval vertical, 728-729**
**intrare**
grafică. *Vezi* intrare de grafică
joystick, 652
*interfață, 653*
mouse, 638
*alte soluții, 645*
*brevetat, 640-641*
*butoane, 639*
*drivere, 641*
*magistrală, 640-641*
*optic, 639*
*personalizare, 643*
*rezoluție, 643*
*serial, 640*
*USB, 641*
tastaturi, 611
*comenzi software, 629*
*compatibilitate, 632*
*conexiuni, 633*
*cu contact, 612*
*Dvorak-Dealey, organizare, 617*
*fără contact, 613*
*funcții electrice, 626*
*inscripționare, 615-616*
*interfața gazdă, 631*
*modele ergonomice, 620*
*porturi, 627*
*prin atingere, 614*
*protocol, 629*
*QWERTY, organizare, 616*
*RepeatKeys, 622*
*scriere automată, 621*
*StickyKeys, 624*
*taste funcționale, 618*
*ToggleKeys, 625*
*USB, 637*
TouchPad, 650
trackball, 647
*comutatoare, 647*
*folosirea cu o singură mână, 647-648*
*interfețe, 648-649*
*Isopoint, 648-649*
*manetă indicatoare, 649*
*mărimea bilei, 647-648*
*rezoluție, 648-649*
TrackPoint, 651
**intrare/ieșire.** ***Vezi*** **I/O**
**Invar, aliaj, 805**
**Iomega Ditto, salvare de siguranță pe bandă, 586-587**
**Iomega Zip, discuri**
100 MB, 516
250 MB, 517
**IORDY, linie, 399**
**IPL (Initial Program Load), 228-229, 234**
**IrDA (Infrared Data Association), 899, 921**
Link Access, protocol, 927
*adresare, 928-929*
*detectarea erorilor, 929*
*stații, 927*
*tipuri de cadre, 928*
Link Management, protocol, 929
strat fizic, 923-924
*cadre anulate, 926*
*eliminarea interferențelor, 927*
*format, 926*
*împănare cu biți, 926*
*lățimea impulsului, 924*
*lumină infraroșie, 923-924*
*modulație, 925*
*rate de date, 923-924*
verificare ciclică prin redundanță, 929
**IrLAP, 922**
**IrLMP, 922**
**IRQ, porturi seriale, 954**
**IRQSER, semnal, 288-289**
**ISA (Industry Standard Architecture), magistrală, 322**
ajustarea vitezei de ceas, 264-265
DMA, 290-291
extensii pe 16 biți, 325-326
*magistrala de adrese, 325-326*
*magistrala de date, 325-326*
*partajarea magistralei, 326-327*
*servicii de sistem, 326-327*
interfețe pentru adaptorul de afișare, 782-783
istoric, 315-316
întreruperi declanșate pe front, 288
întreruperi serializate, 288-289
linii de adrese, 304
magistrala de compatibilitate, 312
model inițial
*control DMA, 324-325*
*controlul magistralei, 324*
*semnale de bază, 323*
plăci de extensie, 69, 73-75
Plug-and-Play, 318, 327-328
*alocarea resurselor, 328*
posibilități de configurare Plug-and-Play, 240
secvența de izolare, 327-328
semnale ATA, 420-421
seturi de cipuri, controller de magistrală, 276-277
tensiuni, 305
**ISDN (Integrated Services Digital Network), 998, 1036**
arbitrarea FireWire, 919
implementări, 1036
istoric, 1036
modemuri ISDN, 1037
**ISO 9660, 553-554**
scrierea pe pachete, 560

**ISO/IEC JTC1 SC29 WG11, 742**
**Isopoint, 648-649**
**ISP (Internet Service Provider), 1042**

## Î

**îmbunătățit, DRAM, 203**
**împănarea cu biți, 910, 926**
**încapsulare**
memorie, 212
*DIMM, 218*
*DIMM cu format mic, 220*
*RIMM, 220*
*SIMM cu 30 de pini, 213*
*SIMM cu 72 de pini, 216*
*SIPP, 221-222*
microprocesoare, 109-114
Pentium, 138-139
**încărcare**
adaptoare de afișare, 793-794
*mod pentru text, 793-794*
*modul de grafică, 794*
*monocrom, 795*
Caleb UHD144, unități de disc, 520
CardBus, 343
configurarea BIOS avansată, 266-267
erori soft în memorie, 206-207
interfața paralelă SCSI, 452
moduri de operare, modul real, 102-103
pista 0, 498
Plug-and-Play, 236-238
*plăci de extensie, 236*
schimbătoare de CD-uri, 545
suport VGA, 761-762
**încărcare cu tavă, 541**
**încărcare la cald, 229-230**
**încărcare la rece, 229**
erori de memorie, 208-209
Plug-and-Play ISA, 327-328
**încărcător, memorie Flash BIOS, 269**
**începețoșare, 722-723**
**încrucișare, difuzoare subwoofer, 895**
**înghețarea discurilor, 561-562**
**înlănțuire, conectoare analogice cu un singur pin, 837-838**
**înlănțuirea întreruperilor, 247**
**înregistrare audio**
analogic comparat cu digital, 355
profunzime pe biți, 854
**înregistrare binaurală, 866**
**înregistrare cu codare pe grupuri, 367**
**înregistrare cu densitate dublă, 366-367**
**înregistrare cu densitate simplă, 366-367**
**înregistrare cvadrofonică, 866**
**înregistrare elicoidală (salvări de siguranță pe bandă), 577**
**înregistrare în serpentină (salvări de siguranță pe bandă), 577**
**înregistrare liniară (salvări de siguranță pe bandă), 579**
bandă digitală liniară, 592
compatibilitatea cartușelor, 591-592
comprimarea datelor, 591
Linear Tape Open, 594
QIC, 579
QIC EX, 590-591
QIC MC, 584
QIC Wide, 588-590
**înregistrare paralelă (salvări de siguranță pe bandă), 576**
**înregistrare pe bandă, Magnetophon, 353**
**înregistrare pe zone multiple (MZR), 464, 478**
**înregistrare pe zone, discuri LS-120, 518-519**
**înregistrare perpendiculară, 509**
**înregistrarea cu viteză liniară constantă, 464**
CD/DVD, timp de acces, 471-472
**înregistrarea cu viteză unghiulară constantă, 463**
precompensarea la scriere, 471-472
**întrerupere pentru gestionarea sistemului (SMI#), 289-290**
**întreruperi, 35, 243**
adresare ATA, 426-427
coduri de scanare pentru tastatură, 627
funcții video, 775
hard-discuri, ajustare, 500
înlănțuire, 247
magistrala ISA, controller DMA, 324-325
magistrale de extensie, controlul sistemului, 308-309
mouse serial, 640
PC Card, cartele, 340
porturi paralele, 985
porturi seriale, 954
semnale ATA, 424
video, 701-702
vizualizare în Windows, 287
zona de date BIOS, 183
**întreruperi declanșate pe front, 288**
PC Card, cartele, 340
**întreruperi hardware, 35, 284-285**
**întreruperi sensibile la nivel, 288**
**întreruperi serializate, 288-289**
**întreruperi software, controller de sistem, 284-285**
**întreruperi video, 701-702**

## J

**Jalapeno, procesor, 160**
**Java, 25**
**Joliet CD-ROM, specificații de înregistrare, 553-554**
**joystick, 652**
interfață, 653
**JPEG (Joint Photographic Experts Group), 738**
aparate foto digitale, 689
comprimare de bază, 740
comprimare fără pierderi, 741-742
mișcare, 742
mod ierarhic, 741
mod progresiv, 741-742
**jumpere**
accelerarea ceasului, 109
interfețe pentru dischete, 455-456
ISA Plug-and-Play, 327-328
numere de identificare SCSI, 439
reinițializarea memoriei BIOS, 262
unități master/slave, 418

## K

**K5, 151**
**K6, 152-153**
**K6-2, 153**
**K6-3, 153-154**
folosirea cache-ului, 193-194
**K7, 153-154**
**Katmai, procesor, 150**
**Keyboard Properties, ferestre, 622-623**
**Klamath, procesor, 135**
**Kodak PhotoCD, sistem, 716**

## L

**LAN (Local Area Network), rețea fără sloturi, 1073**
**LANcity, DOCSIS, 1038**
**Laplink, 601, 909, 957**
**laptop. *Vezi* notebook**
**lasere**
CD-R, modul de scriere pe un disc întreg, 560
CD/DVD, 532
lungime de undă, 537-538
stocare optică, 362
unități optice, 359
**LaserJet (Hewlett-Packard), 1101**
**lărgime de bandă**
audio digital, 854
audio în Internet, 864
sisteme de afișare, 829
**LBA, 483**
ATA, 405
ATA-3, 414-415
EIDE, 397
limite de capacitate, 490
**LCC (Leadless Chip Carrier), soclu, 111**
**LCD, 817**
comparate cu monitoarele CRT, 825-826
cu baleiere dublă, 820
culori, 821
intervale în față și în spate, 728
matrice activă, 820
matrice pasivă, 819
nematice, 818
tehnologia colesterică, 819
timp de răspuns, 820
vizoare, 690
**Least Frequently Used (LFU), 377**
**Least Recently Used (LRU), 377**
**LED (Light Emitting Diodes)**
mouse optic, 639
scannere, 660
scannere manuale, 663
**LED, display, 823-824**
**legare la masă, cablarea amplificatoarelor, 896**
**legarea automată a benzilor, 113**
**legături, distribuitoare, 1077**
**lentile (aparate foto digitale), 671**
acoperire, 696-697
deschidere, 671
distanță focală, 674
zoom, 676
*domeniu de zoom, 677-678*
*zoom digital, 677*
*zoom optic, 676*
**lentile de conversie, 677-678**
**lentile suplimentare, 677-678**
**Letterbox, mod de afișare, 566**
**licențiere, microprocesoare, 119**
**limbaj de asamblare, 24-25**
**limbaj mașină, 23**
**limbaje compilate, 25-26**
**limbaje de nivel înalt, 24-25**
biblioteci, 26
compilate, 25-26
interpretate, 24-25
medii de dezvoltare, 27
**limbaje interpretate, 24-25**
**limbaje pentru fișiere de comenzi, 27**
**limbi străine, coduri de scanare pentru tastatură, 628**
**Linear Feedback Shift Register, secvența de izolare, 237**
**Linear Tape Open, 594**
**linii de activare, 918**
**linii de adrese, 303**
magistrala ISA, 324
**linii de ceas, 323**
**linii de date, 302-303**
magistrala ISA, 324
**linii închiriate. *Vezi* linii T1**
**linii pentru cereri de întrerupere (IRQ), porturi seriale, 954**
**linii telefonice**
comunicații pentru PC, 999
comunicații pentru PC-uri, 999
dispozitive pentru protejarea liniilor, 1162
servicii de comunicații digitale, 1031
*ADSL, 1034*

*DS3, 1032*
*E1, 1032*
*G.Lite, 1035*
*HDSL, 1033*
*ISDN, 998, 1036*
*SDS 56, 1035*
*SDSL, 1033*
*T1, 1032*
*VDSL, 1035*
**Link Access, protocol, 927**
adresare, 928-929
detectarea erorilor, 929
stații, 927
tipuri de cadre, 928
**Link Management, protocol, 929**
**lipire pe bandă, 50**
**litere pentru unități**
schimbătoare de CD-uri, 545
unități ATA, 419
unități de dischetă, 455-456
**little endian, format, 231**
**Locked, mod de lucru (ATA), 410**
**logaritmi, decibeli, 849**
**logică bazată pe ceas, 278**
**logică bazată pe ceas (microprocesoare), 86-87**
**logică binară, 42**
**logică booleană, 82-83**
**logică cu trei stări, 628-629**
**logică pentru predicția ramificațiilor, 92**
Pentium Pro, 141-142
**logică tranzistor-tranzistor (TTL), 1126**
**Lotus, cartele ROM, 322**
**LPT1, 985**
**LPT2, 985**
**LPT3, 985**
**LPX, standard, 64**
**LS-120, 517-518**
compatibilitate, 519
format, 518
**Lucent Technologies, K56flex, modemuri la 56 Kbps, 1031**
**luminanță, 716, 731**
comprimare de bază, 739-740
MPEG-1, 744
PhotoCD, sistem, 716
**lumină**
blițuri pentru aparate foto, 684
polarizare, 809-810
**lumină infraroșie, 923-924**
**lungimi de undă**
laser, 537-538
lumină infraroșie, 923-924

## M

**M II, 159-160**
**Macintosh, interfețe pentru aparate foto digitale, 693**
**macroblocuri, 744**
**Macromedia, 865**
**magistrala de date, 87-88**
ECC, 211
incrementarea memoriei, 168
**magistrala PCI asincronă, 331**
**magistrală de adrese, 87-88**
ISA, 325-326
lățimea magistralei, 88-89
**magistrală de extensie, 300**
alocarea întreruperilor, 286
Altair, calculator, 314
ATA, 315-316
*semnale, 420-421*
calculatoare mainframe, 313
CardBus, 343
*alimentare, 343*
*compatibilitate, 344*
*standarde, 344*
ceasul magistralei, 307
CompactFlash, 345
compatibilitate, 312
controlul fluxului, 307
controlul perifericelor, 296-297
controlul sistemului, 308
controlul și arbitrarea magistralei, 309
distribuirea tensiunii de alimentare, 305
EISA, 318
interfețe, 293-294
ISA, 322
*extensii pe 16 biți, 326*
*frecvența ceasului, configurarea BIOS avansată, 264-265*
*istoric, 315-316*
*modele inițiale, 323*
*Plug-and-Play, 327-328*
*secvența de izolare, 327-328*
linii de adrese, 303
linii de date, 302-303
locale, 319
MCA, 318
o singură placă, 313
partajarea întreruperilor, 288
PC, 314-315
PC Card, 334
*alimentare, 340-341*
*audio, 340*
*CIS, 341-342*
*conexiune la magistrală, 338*
*configurare, 341-342*
*configurație, 340*
*controlul memoriei, 338*
*interfață software, 340-341*
*memorie de atribute, 342*
*semnale/operare, 338*
*servicii de soclu, 340-341*
*servicii pentru cartele, 341-342*
*standarde specifice sistemelor, 342*
*strat pentru formatul de înregistrare a datelor, 341-342*
*strat pentru organizarea datelor, 342*
*transferuri de date, 339*
*zoomed video, 340*
PCI, 320, 328
*configurare, 334*
*controlul și arbitrarea magistralei, 332-333*
*limite pentru sloturi, 333-334*

*mod de operare în rafale, 332*
*multiplexare, 331*
*semnale pentru integritatea datelor, 332-333*
*standarde, 334*
*tensiuni scăzute, 333-334*
*viteză, 330*
PCMCIA, 320
punți, 307
semnale specifice sloturilor, 310
sincrone, 305-306
sincronizare, 305-306, 307
SmartMedia, 347
VL bus, 319
**magistrală externă, 143-144, 192**
**magistrală externă, accelerarea ceasului, 109**
viteza memoriei, 191
**magistrală locală, 308-309, 319**
8088, 314-315
interfețe pentru adaptoare de afișare, 783-784
**magistrală secundară, 143-144**
**magistrală, slave, 310**
**magistrale**
AGP, 783-784
asincrone, 281
AT, 315-316
ATA, 395
cache pentru hard-discuri, 493-494
ceasuri separate, 281
Celeron, 148
cipuri de accelerare, 760-761
configurare BIOS avansată, 264-265
erori la nivel de sistem, 208
interfața paralelă SCSI, 435
interfețe, 293-294
interfețe pentru adaptoare de afișare, 782-783
*AGP, 784*
*ISA, 782-783*
*magistrală locală, 783-784*
K5, 151-152
lățime, cache, 197-198
partajare, ISA, 326-327
Pentium Pro, 143-144
SCSI
*arbitrare, 452*
*combinarea standardelor, 449-450*
standarde, 57
UltraDMA, 401
VESA Media Channel, 792
VLIW, 100-101
Xeon, 149
**magistrale asincrone, 281**
**magistrale de compatibilitate (ISA), 312**
**magistrale de extensie asincrone, 307**
**magistrale de extensie sincrone, 305-306**
**magistrale în amonte, 311**
**magistrale în aval, 311**
**magnetism, 353**
capete de citire/scriere inductive, 471
coercitivitate, 356
hard-discuri, densitate de suprafață, 468
temperatura Curie, 360
tranziții de flux, 366
**Magnetophon, 353**
**mainframe, calculatoare, 1057**
magistrale, 313
microcod, 96
**manetă de indicare, 649**
**manipulatoare de fișiere, 481**
**manipulatoare de întreruperi, 243, 954**
**mantisă (numere în virgulă mobilă), 89-90**
**mapare, 249**
cache, 195
ferestre, 718-719
intrare/ieșire, 38-39
memorie, 39-40
texturi, 721-722
VGA, mod grafic, 794
**mapare directă, 717**
**maparea culorilor, 716**
mod de grafică VGA, 794
**maparea intrărilor și ieșirilor, 38-39**
**maparea memoriei, 39**
**maparea texturilor, 720-721**
**marcă, semnal serial, 934**
**margine (carcase CRT), 811**
**marginea din spate (monitoare), 728**
**masa sistemului, 305-306**
**masă, 305-306**
**mascare, 171, 304**
**mască perforată, 804**
**Master File Table (NTFS), 488-489**
**mașini virtuale, modul virtual, 103**
**material de contact, module de memorie, 223-224**
**matrice cu acces paralel, 386**
**matrice de culori, 800**
**matrice de discuri, 380, 381-382**
acces paralel, 386
divizare, 380-381
RAID 0, 383
RAID 1, 383
RAID 10, 385
RAID 2, 383-384
RAID 3, 383-384
RAID 4, 384-385
RAID 5, 384-385
RAID 53, 385
RAID 6, 385
redundanță, 380-381
**matrice de puncte pentru lipire, 113**
**matrice, semnalizare ATA, 421-422**
**matrice, sunet spațial, 867-868**
**măsurarea memoriei, 166**
granularitate, 168
**măsuri de protecție, surse de alimentare, 1150**
căderi de tensiune, 1153
iregularități pe linia de alimentare, 1150
linii telefonice, 1162

tensiuni mai mici, 1155-1157
**mânecă, microfoane, 889**
**MC146818, ceas de timp real, 283**
**MCI, ISDN-1, 1036**
**MCM (modul multicip), 111, 143**
**MDA (Monochrome Display Adapter), 752**
**MDCT (Modified Discrete Cosine Transform), 857**
**mecanism de acționare cu buclă deschisă, 473**
**mecanisme de acționare, 471-472**
capete de citire/scriere, 470
compensare termică, 475
duale, 474
parcare și blocare, 475
pas cu pas cu bandă, 473
performanțe, 491
servomecanisme cu bobină și magnet permanent, 474
zonă de aterizare, 475
**mecanism de acționare pas cu pas cu bandă, 473**
**mecanisme de acționare cu buclă închisă, 473**
**mecanisme pentru acționarea capetelor, performanțe, 491**
**Media Channel, 792**
**Media Recognition System, 599-600**
**MediaGX, 159**
**medii bazate pe oxid, 468**
**medii cu peliculă, 469**
**medii cu schimbare de stare, 538**
CD-RW, 562-563
**medii de dezvoltare, 27**
**medii de înregistrare pe bază de bariu-ferită, 509**
**medii magnetice cu oxizi de fier, 509**
**megapixeli, 670**
**memorie, 29-30, 163**
acces, 170
AGP, 785-786
aparate foto digitale, 687
BIOS
*duplicare, 265-266*
*puncte de intrare, 248*
*reîmprospătare, 265-266*
*transmiterea parametrilor, 247*
*verificarea parității, 263-264*
*zona de date, 252-253*
buffere de cadre, 711
cache pentru stocare, 376-377
*folosirea memoriei, 378*
cartușe LTO, 595
casete pentru caractere, 704-705
ceas separat, 281
cerințe de sistem, 170
cerințe pentru alimentare, 1128
cipuri de accelerare, 759-760
CMOS, 259
*alocare, 259*
*configurare avansată, 263*
*reinițializare, 262*
configurație hardware, 181-182
*buffer de cadre, 185*
*cache, 186*
*comutare de bancuri, 187*
*duplicare, 186*
*memoria joasă, 183*
*mod protejat, 182-183*
*mod real, 182-183*
*superioară, 184*
*UMA, 187*
*zona de date BIOS, 183*
*zona de memorie înaltă, 184*
controllere video, semnale de baleiere, 762
convențională, 182-183
DMA, 290-291
erori
*cauze, 206-207*
*corectare, 211*
*detectare, 208-209*
*hard, 208-209*
*la nivel de cip, 206-207*
*la nivel de sistem, 208*
*paritate, 208-209*
*paritate falsă, 210*
*reparare, 211*
*soft, 206-207*
evaluarea vitezei, 191
ferestre hardware, 718-719
hard-discuri, 30-31
*sectoare, 478*
*spațiu irosit, 486*
imprimante, 1092
indicator pentru modul video, 704-705
instalarea modulelor, 222
*adaptoare SIMM, 224*
*combinarea modulelor, 222-223*
*identificare, 224-225*
*materiale de contact, 223-224*
*orientare, 224-225*
încapsulare, 212
*DIMM, 218*
*DIMM cu format mic, 220*
*RIMM, 220*
*SIMM cu 30 de pini, 213*
*SIMM cu 72 de pini, 216*
*SIPP, 221-222*
limite, 294
magistrala de adrese ISA, 325-326
magistrala de adrese, lățime, 88-89
magistrale de extensie, linii de adrese, 304
mapare, 249, 303
maparea caracterelor, 704
mascare, 304
măsurare, 166
*granularitate, 168*
memorie virtuală, 179
*fișiere de schimb, 181*
*paginare bazată pe cereri, 180*
Memory Read Command, linie, 324
microprocesoare, 82-83
*adrese, 85*
mod protejat, 103

mod real, 102-103
module, 169, 213
obiecte grafice mobile, 718-719
organizare logică, 181-182
panoramare prin mijloace hardware, 718-719
PC Card, cartele, 338
*memorie de atribute, 342*
performanțe, 190-191
*DRAM, 198*
*folosirea cache-ului, 193*
*intercalare, 193*
*magistrală externă, 192*
*viteza memoriei, 190-191*
planuri de culori, 715
primară, 164
RAM, 174
Rambus, 169
reîmprospătare
*canale DMA, 290-291*
*partajarea magistralei ISA, 326-327*
restricții, 172
*adresarea microprocesorului, 172*
*capacitatea sistemului, 172-173*
*folosirea cache-ului, 173-174*
RISC, 98-99
ROM, 176
*EEPROM, 178*
*EPROM, 177*
*flash, 178*
*mască, 177*
*PROM, 177*
scannere, viteză de scanare, 660-661
secundară, 164
sisteme de afișare
*cerințe, 714*
*memorie necesară, 711*
*planuri de culoare, 712-713*
software, 188
*DOS sub Windows, 189*
*memorie pentru aplicații, 190-191*
*resurse de sistem, 189*
structura Plug and Play, 239
tensiuni de operare, 107
unități de bandă, 31
unități de CD/DVD, 31
unități de dischetă, 30-31
video, 770-771
*adrese pentru buffere de cadre, 771*
*AGP, 784-785*
viteza magistralelor lente, 317
volatilitate, 165-166
**memorie comună, 342**
**memorie convențională, 182-183**
comparată cu memorie EDO, 201-202
tabele DOS, 257
**memorie cu autoreîmprospătare, 295-296**
**memorie cu comutare pe bancuri, 187**
**memorie de atribute, PC Card, 342**
**memorie de bază, 182-183**
**memorie de lucru, 164**
**memorie de tip set-reset, 83**
**memorie DOS înaltă, 184**
adresarea bufferelor de cadre, 771
modul VGA, 772
scriere directă, 704-705
sisteme de sunet, 894
**memorie DRAM cu cache, 204**
**memorie DRAM multibanc, 205**
**memorie DRAM pe nibluri cu canal și operare în rafale, 201-202**
**memorie DRAM sincronă, 202**
**memorie EDO cu operare în rafale, 201-202**
**memorie expandată, 189**
**memorie extinsă, 182-183**
**memorie flash (BIOS), 178, 227**
EEPROM, 178
modernizare, 269-270
spațiu de stocare pentru aparate foto digitale, 687
spațiu de stocare pentru identificarea dispozitivelor, 410-411
**memorie flash cu ștergere pe blocuri, 179**
**memorie Flash ROM cu ștergere pe sectoare, 179**
**memorie Flash ROM pentru încărcare, 179**
**memorie intercalată, 193**
**memorie în mod protejat, 182-183**
**memorie în mod real, 182-183**
zona de memorie înaltă, 184
**memorie joasă, 183**
**memorie nevolatilă, 165**
**memorie pe cartele, 320**
**memorie pentru resursele sistemului, 189**
**memorie RAM cu coloane statice, 200**
**memorie RAM în mod pagină, 200**
**memorie ROM pentru caractere, 704-705**
**memorie superioară, 184**
**memorie video, 205-206, 770-771**
adresa bufferului de cadre, 771
**memorie virtuală, 179**
aplicații, 190-191
cache hardware, 380
cache software, 378
DriveSpace, 373
fișiere de schimb, 181
paginare la cerere, 180
**memorie volatilă, 165-166**
**Memory Read Command, linie, 324**
**Memory Test Click Sound, opțiune de configurare, 263-264**
**Memory Write Command, linie, 324**
**MemoryStick, 687**

**Mendocino, 147**
**Meridian Lossless Packing (MLP), 568**
**metadate, fișiere, 488-489**
**Metal Oxide Varistor (MOV), 1153**
**Metcalf, Robert, 1068**
**mezanin, magistrală, 320**
**Micro Channel Architecture, 318**
**micro turn, PC-uri, 1168**
carcase, 1164
**Micro UDF/ISO Bridge, format, 564**
**micro-operații, 83-84**
**microcod, 95-96**
RISC, 98-99
**Microcom, 1026**
**MicroCross, sistem de conexiune, 841**
**microfarazi, 885**
**microfoane, 887**
adaptoare mono/stereo, 872-873
captură audio, 872-873
componente electronice, 888
conectoare, 889-890
direcționalitate, 888
impedanță, 889
semnale de balansare, 889
**microfoane bidirecționale, 888**
**microfoane cardioid, 888**
**microfoane cu condensator, 888**
**microfoane dinamice, 887**
**microfoane hipercardioide, 888**
**microfoane omnidirecționale, 888**
**microfoane unidirecționale, 888**
**Micron Technology, memorie EDO DRAM cu operare în rafale, 201-202**
**microprocesoare, 42, 80-81**
386, 130
4004, 129-130
486, 132
8086, 129-130
adresarea memoriei, 171
AMD, 150-151
*K5, 151*
*K6, 152-153*
*K6-2, 153*
*K6-3, 153-154*
*K7, 153-154*
arhitectura superscalară, 93
BIOS, maparea memoriei, 249
cache, 186
caracteristici electrice, 104
*accelerarea ceasului, 108*
*gestionarea energiei, 108*
*restricții termice, 104-105*
*tensiuni de operare, 105-106*
caracteristici fizice
*încapsulare, 109-114*
*localizare, 114-115*
*socluri/sloturi, 115-119*
ceas de magistrală separat, 281
ceas de sistem, 87
ceas intern, 281
Centaur Technology, 154
*WinChip 2 3D, 154-155*
*WinChip 4, 156*
*WinChip C6, 154*
cerințe de alimentare cu energie, 1128
codecs, 737
coprocesoare de grafică, 758
Cyrix, 123
*6x86, 156-157*
*Jalapeno, 160*
*M II, 159-160*
*MediaGX, 159*
decomprimare MP3, 858-859
drivere video, 745-746
execuție prin canalizare, 92
execuție prin regrupare, 93
generații, 124
gestionarea energiei, 1141
hard-discuri, rate de transfer pentru date, 493
interfață gazdă pentru tastatură, 631
interfețe de dispozitive, adresare, 39-40
istoric, 119-135
întreruperi software, 243
licențiere, 119
limbaje de programare, 22
magistrala de date, incremente de memorie, 169
magistrala PC, 315-316
magistrale de extensie
*linii de adrese, 304*
*linii de date, 303*
master DMA, 293
memorie
*limite de adresare, 172*
*SIMM cu 30 de pini, 216*
*verificarea parității, 209*
memorie în mod protejat, 182-183
memorie în mod real, 182-183
mixaj digital, 884
mod cu consum redus, 293-294
moduri de operare, 102
*mod protejat, 102-103*
*mod real, 101*
*mod virtual, 103-104*
oscilatoare, 280
paginare la cerere, 180
părți, 87
Pentium, 136-139
*MMX, 140-141*
*multiplicatori pentru viteza magistralei, 138-139*
*OverDrive, 139*
*PC-uri notebook, 140-141*
Pentium II, 145-146
Pentium II Celeron, 147-148
Pentium II OverDrive, 149
Pentium II Xeon, 148-149
Pentium III, 150
Pentium III Xeon, 150-151
Pentium Pro, 141
predicția ramificațiilor, 92

proiectarea circuitelor, 81
*instrucțiuni, 83-84*
*logică sincronizată, 86-87*
*memorie, 82-83*
*porți logice, 82*
*regiștri, 84-86*
redenumirea regiștrilor, 94
seturi de cipuri, 275-276
seturi de instrucțiuni, 94
*micro-operații, 100*
*microcod, 95-96*
*RISC, 96-99*
*SIMD, 100-101*
*VLIW, 100-101*
stări de așteptare, 191
transferuri DMA, 399-400
unitate aritmetico-logică, 88-89
unitate de control, 88-89
unitate de intrare/ieșire, 88
unitate în virgulă mobilă, 89-90
*arhitectura Intel, 90*
*coprocesoare matematice, 90*
video, adresarea bufferului de cadre, 770-771
**Microsoft**
Advanced Configuration and Power Interface (ACPI), 1146
Advanced Power Management (APM), interfață, 1141
influențe asupra proiectării porturilor, 931
inițiativa OnNow, 1146
port cu posibilități extinse, 958
**Microsoft Diagnostics, 952**
date de revizuire a codului BIOS, 252-253
**Microsoft, protocol pentru mouse, 641**
**MIDI, 883-884**
plăci de sunet, 878
sintetizare cu tabele de unde, 863
**mini-AT, plăci de bază, 61**
**mini-ATX, standard, 63**
**mini-LPX, standard, 65**
**miniaplicații, 20**
**miniatură, conector pentru telefon, 889**
**Miniature Card, 322, 345**
**minicartușe, 581**
**miniturn, PC-uri, 1168**
carcase, 1164
**mip, hartă, 721-722**
**MIPS, 97-98**
**mișcare, JPEG, 742**
**Mitsubishi**
cartele de memorie, 320
Diamondtron, 806
**mixere (plăci de sunet), 883-884**
**mixere analogice, 884**
**mixere digitale, 884**
**MMCD (Multimedia Compact Disc), 531**
**MMX, 140-141**
cipuri de accelerare, 756-757
K6, 151-152
K6-2, 153
M II, 159
regiștri, 86
SIMD, 100-101
tipuri de date, 166-167
**Mobile Pentium, 140-141**
**Mobile Pentium II, 146**
**mod 8086 virtual, 131**
**mod cu consum redus, 293-294**
**mod de operare în rafale, magistrala PCI**
**mod de scriere multisesiune pe piste, 559**
**mod de scriere pe o pistă întreagă, 558**
**mod de text monocrom, adresarea bufferului de cadre, 771**
**mod de transferare a datelor în flux continuu, 308-309**
**mod economic (aparate foto digitale), 689**
**mod ierarhic, 741**
**mod incremental pe piste, 558**
**mod multimedia, cartele PC Card, 340**
**mod multisesiune pe piste, 558**
**mod pentru configurare, CSN, 238**
**mod pentru gestionarea sistemului, 105-106, 293-294**
**mod pentru grafică, adaptoare de afișare, 794**
**mod progresiv, 741-742**
**mod protejat, 102-103**
adresarea bufferului de cadre, 771
**mod real, 102**
inițializare BIOS, 229
magistrala de adrese ISA, 229
**mod virtual, 103-104**
**Mode 1, 549-550**
**Mode 2, 549-550**
**model de calculatoare cablate, 95**
**model plat de memorie, mod protejat, 103**
**modele**
microprocesoare, 81
*instrucțiuni, 83-84*
*logică sincronizată, 86-87*
*memorie, 82-83*
*porți logice, 82*
*regiștri, 84-86*
sloturi de extensie
*număr de sloturi, 57*
*organizare, 58-59*
*spațiere, 58*
**modele orientate spre magistrală, 52**
**modele servo, 477**
**modemuri, 34, 999**
caracteristicile semnalului, 1010
*benzi de siguranță, 1012-1013*
*benzi laterale, 1013*
*distorsiuni de cuantificare, 1012-1013*
*duplex, 1015*
*ecoplex, 1015*
*lărgimea de bandă a canalului, 1011*

*lărgimea de bandă a semnalului, 1010-1011*
*limita Shannon, 1012-1013*
*limitări legate de lărgimea de bandă, 1012*
*limitele canalelor, 1010-1011*
*modemuri asimetrice, 1016*
*modemuri cu comutare, 1016*
*operare asincronă, 1014*
*operare sincronă, 1015*
*semiduplex, 1015*
cerințe pentru alimentare, 1128
demodulare, 1002
funcționare, 999-1000
hardware, 1019
*circuite, 1021*
*indicatoare, 1023*
*interfața cu PC-ul, 1020*
*interfața cu utilizatorul, 1021*
*interfața de linie, 1022*
*împachetare, 1022*
*modulator, 1021*
instalare, 1052
modemuri de buzunar, 1023
modemuri externe, 1022
modemuri interne, 1022
modemuri ISDN, 1037
modemuri la 56 Kbps, 1030-1031
modemuri PC Card, 1023
modemuri pentru cablu, 998
modemuri V.90, 998
modulare, 1001
*cerințe, 1001-1002*
*cheie de deplasare a frecvenței (FSK), 1003*
*codarea pe grupuri, 1006*
*modulare, 1001-1002*
*modulare complexă, 1006*
*modulare în amplitudine, 1004*
*modulare în cvadratură, 1006*
*modulare în fază, 1005*
*modulare în frecvență, 1005*
*modulare în impuls, 1009*
*modularea undei purtătoare (CW), 1002*
*purtătoare, 1001-1002*
posibilități de transmitere a faxurilor, 1046
rata în bauzi, 1006
software, 1053
standarde, 1025
*Bell 103, 1025*
*Bell 212A, 1025*
*importanță, 1026*
*standarde MNP, 1026*
*V.22, 1028*
*V.22bis, 1026, 1028*
*V.32, 1026, 1028*
*V.32 terbo, 1028-1029*
*V.32bis, 1026, 1028-1029*
*V.34, 1028-1029*
*V.34bis, 1030*
*V.42, 1026, 1030*
*V.42bis, 1026, 1030*
*V.90, 1030-1031*
*V.FC, 1030*
tehnologii de îmbunătățire a conexiunilor, 1017
*anularea ecoului, 1017-1018*
*compensarea liniei, 1017-1018*
*comprimarea datelor, 1018*
*corectarea erorilor, 1018*
*modemuri cu purtătoare multiplă, 1018*
*trecere la viteză mai mică, 1017-1018*
*verificarea erorilor, 1018*
viteză, 999-1000
voce și date, 1019
**modemuri pentru cablu, 998**
**modemuri V.90, 998**
**modernizare**
BIOS, 242-243, 267-268
*cipuri de înlocuire, 268*
*flash, 269-270*
*furnizori, 270*
magistrale, 312
memorie, incremente, 168
**Modified Frequency Modulation (MFM), înregistrare, 366-367**
**modul adormit, 409**
Initiation Key, 236
**modul așteptare, 293-294, 408**
**modul deblocat (ATA), 410**
**modul pagină, configurarea BIOS avansată, 265-266**
**modul prezentare, 691-692**
**modul suspendat, 293-294**
**modulare în densitatea impulsurilor, 549**
**modulare în fază, sunet cvadrofonic, 867**
**modulare în lățimea impulsurilor, 919-920**
IrDA, 924
**modulare în poziția impulsurilor, 925**
**modulare, IrDA, 925**
**modulație în frecvență (FM), 366-367**
**module DIMM de dimensiune mică, 220**
**Modulo 0100 (hex), adunare, 233**
**moduri**
coduri de scanare pentru tastaturi, 627
gestionarea energiei, 293-294
**moduri de afișare, autodimensionare, 814-815**
**moduri de operare, 101**
8253, contor de timp, 282
mod protejat, 102-103
modul real, 101
modul virtual, 103-104
**moduri de text**
casete pentru caractere, 705-706
încărcarea adaptoarelor de afișare, 793-794
memorie VGA, 773
**moduri de transfer, ATA, 397-398**

**Molex MicroCross, sistem de conectare, 841**
**monitoare. *Vezi* displayuri**
**monitoare color, fosfor, 799**
**monitoare cu frecvență fixă, 827**
**monitoare cu semnal video complex, suprabaleiere, 812**
**monitoare întrețesute**
persistență, 801-802
rate de reîmprospătare, 829
**monitoare video, 33**
maparea memoriei, 39-40
**Monochrome Display Adapter (MDA), 752**
**monofonic, audio, 854**
**montare**
plăci de extensie, 70
unități de dischetă, 527
**montare automată, 527**
**MoSys Incorporated, memorie DRAM multibanc, 205**
**motoare controlate servo, 465**
**motoare de imprimare termice cu jet de cerneală, 1095-1098**
**motoare pas cu pas**
capete pentru unitatea de dischetă, 521-522
dischete cu densitate dublă, 522-523
**motoare pentru rotirea discurilor, 463**
discuri, 467-468
modul așteptare, 408
**motoare sincrone, hard-discuri, 464**
**Motorola**
6845, controller CRT, 762
DOCSIS, 1038
**mouse, 731-732. *Vezi și* trackball**
alte soluții, 645
brevetate, 640-641
butoane, 639
drivere, 641
magistrală, 640-641
optic, 639
personalizare, 643
rezoluție, 643
serial, 640
USB, 641
**mouse de magistrală, 640-641**
**mouse optic, 639**
**Mouse Properties, meniu, 643**
**mouse serial, 640**
**mouse-uri de proprietar, 640-641**
**MouseKeys, 645**
**MOV (metal oxide varistor), 1153**
**MP3, audio digital, 857**
**MPC (Multimedia PC), specificații, 545**
**MPEG, 742**
audio digital, 857
cartele de buclă, 791
DVD-Audio, 568
prelucrare, 744
standarde, 744
**MPEG, decodoare, DVD, 541**
**MPEG-1, 744**
**MPEG-2, 744**
DVD-Video, 565
niveluri, 744-745
**MPEG-3, 744**
**MPEG-4, 744**
**MPU-401, adaptor MIDI, 883-884**
**MS DOS, foaie de proprietăți, 189**
**MTBF, 501**
**mufe B, USB, 908-909**
**mufe jack cu un singur pin, conectoare pentru sisteme de afișare analogice, 836-837**
înlănțuire, 837-838
nivel de tensiune, 837-838
terminare, 838
**mufe jack, cablarea difuzoarelor, 895**
**mufe jack, USB, 906**
**mufe pentru căști, CD/DVD, 540**
**Multi-Word DMA, 397-398, 400**
**multicanal, audio, 865**
3D, 867
AC-3, 869
binaural, 866
cvadrofonic, 866
DTS, 870
SDDS, 870
stereo, 866
sunet spațial, 867-868
**multimedia**
DirectX, 22
FireWire, 914-915
hard-discuri AV, 493-494
memorie EDO, 201-202
plăci de sunet, 877
standarde video, 730
**Multimedia, semnale (EVC), 841**
**multimedia, software, 19**
**Multiple image, mod de lucru, 691-692**
**multiplexare, 305**
adresarea magistralei PCI, 331
dezavantaje, 203
magistrala PC, 314-315
magistrala PCI, 331
memorie, 198
**multiplicatoare de ceas, multiplicarea vitezei magistralei, 137-138**
**multiplicatoare de magistrală**
Celeron, 148
Pentium, 138-139
**multistrat, plăci de circuite, 49-50**
**Mylar, 506**
discuri HiFD, 521

## N

**nanoprocesoare, 96**
**NC (Network Computer), 13-14**
**nematică, tehnologie, 818**
**NetBEUI (NetBIOS Extended User Interface), 1059-1060**

**NetPC, 13-14**
**neuniformitate, interpolarea punctelor, 662**
**NexGen, 153**
**nibluri, 166-167**
**NIC (plăci de rețea), 1059, 1074**
**nivel de abstractizare hardware (HAL), 748-749**
**nivel de negru, 728**
**nivelul de presiune a sunetului, 849**
**nivelul sistemului, 375**
**NLX, model, 66-67**
plăci AGP, 789
**NMI, controller DMA, 325-326**
**NMOS, 47, 129-130**
**No-ID, format, 478-479**
**noduri, dispozitive FireWire, 918**
**Not Ready, semnal, 307**
**notebook**
capace de taste imprimate, 616
carcase, 1169
*accesibilitate în interior, 1171*
*caracteristici ajustabile, 1171*
*carcasă de tip scoică, 1170*
*durabilitate, 1172*
*plăci de extensie, 1171*
*portabilitate, 1171*
*unități de disc, 1170*
CardBus, 343
*alimentare, 343*
*compatibilitate, 344*
*standarde, 344*
cartele PCMCIA, 57, 320
CompactFlash, 345
cu plasmă, 823-824
displayuri
*dimensiune, 825-826*
*interfețe, 825-826*
*rezoluție, 824*
dispozitive cu suspensie de particule, 823
electroluminiscente, 823-824
FED, 821
gestionarea energiei, ATA, 408
hard-discuri, modul așteptare, 465
interfața SoundBlaster, 878-879
IrDA, 920-921
Isopoint, dispozitiv, 648-649
LCD, 817
*colesterice, 819*
*cu baleiere dublă, 820*
*culori, 821*
*matrice activă, 820*
*matrice pasivă, 819*
*nematice, 818*
*timp de răspuns, 820*
LED, ecrane, 823-824
microprocesoare
*restricții termice, 104*
*tensiuni de operare, 105-106*
modernizarea memoriei Flash BIOS, 270
module DIMM de dimensiuni mici, 220
PC Card, 334
*alimentare, 340-341*
*audio, 340*
*CIS, 341-342*
*conexiune la magistrală, 338*
*configurare, 341-342*
*configurație, 340*
*controlul memoriei, 338*
*interfață software, 340-341*
*memorie de atribute, 342*
*semnale/operare, 338*
*servicii de soclu, 340-341*
*servicii pentru cartele, 341-342*
*standarde specifice sistemelor, 342*
*strat pentru formatul de înregistrare a datelor, 341-342*
*strat pentru organizarea datelor, 342*
*transferuri de date, 339*
*zoomed video, 340*
Pentium MMX, 140-141
plăci de sunet, 877
proiectarea plăcii de bază, 53
radiatoare, 105
scannere SCSI, 665
sloturi de extensie, 301
*număr, 58*
*organizare, 58*
SmartMedia, 347
subnotebook, 1170
surse de alimentare, 1124
*înlocuire, 1137*
*siguranță, 1140*
*standarde, 1137*
*tehnologii, 1133*
TouchPad, 650
Trackbal II, 649
**NRZI, schemă de codare, 910**
**NT, suport pentru USB, 909**
**NTFS, 488-489**
avantaje, 489
director rădăcină, 488-489
sectoare, 477
**NTSC, 731**
aparate foto digitale, 694
**nuanță (spațiu pentru culori), 716**
culoarea cetii, 722-723
**nucleu, 471**
**nucleu utilizator, 20-22**
**nucleul procesorului, 113**
**Num Lock, configurarea BIOS avansată, 266-267**
**număr de identificare, Pentium III, 150-151**
**număr de serie, Pentium III, 150-151**
**număr relativ de sector, 488-489**
**numărătoare, 85**
**numere hexazecimale, 23**
**Numerical Control System (NCS), sisteme de control numeric, 13-14**

## O

**obiecte, 26**
**obiecte grafice mobile, 717-718**

**obturatoare**
aparate foto digitale, 678
dischete, 513
**OCR (recunoaștere optică a caracterelor), 664**
**octet pentru identificarea pachetelor, 912**
**octet pentru model, 253-254**
**octet pentru submodel, 253-254**
**octeți, 166**
**octeți de atribute, 706**
**octeți de preambul, 233**
**octeți pentru identificarea sistemului, BIOS, 253-254**
**oerstezi (coercitivitate), 357**
unități magneto-optice, 360
**oglindire, RAID 10, 385**
**ohmi, 850-851**
**OnNow, inițiativă (Microsoft), 1146**
**OpenHCI, 914-915**
**operare la tensiune mică, 105-106**
**operare sincronă, 278**
**Orange Book, standard**
CD ROM, sesiuni, 551-552
CD-R, 553-554
CD-RW, 562-563
**ORB (Option Retaining Bracket), 70**
**orificii de montare, standarde, 59, 63, 67**
**OS/2, format XDF, 512**
**oscilatoare, 279**
ceas de timp real, 283
generatoare de formă de undă, 860-861
generatoare de ton, 874
magistrala AT, 316
magistrala ISA, 323
SCSI, 433
sintetizare audio, 859
**OTP (opposite tracking path), piste, 535**
**„out of memory" (memorie insuficientă), eroare, 189**
**Output Enable, linie (PC Card), 339**
**Output Enable, semnal, 200**
**OverDrive, 139**
Pentium II, 149
radiatoare, 105
sisteme cu mai multe procesoare, 140-141
**oxidare, frecare, 224**

## P

**P, cablu, 445**
**P, subcanal, 551-552**
**P1394, 429-431**
**P22, fosfor, 799**
**P5, procesor, 135-136**
**P54, 135**
**P6, procesor, 140-141**
**pachete**
IrDA, 926
porturi periferice, 903
*tratarea erorilor, 904*
USB, 906
**pachete de date.** ***Vezi*** **pachete**
**pachete de instalare, 912**
**pachete de rezistoare, 444**
**pachete jeton, USB, 912-913**
**pachete pentru dialog de confirmare, USB, 914**
**Packet, comandă, 407**
**paginare bazată pe cereri, 103, 180**
**pagini (memorie virtuală), 103**
semnalizare, 181
**pagini video (afișarea caracterelor), 708**
**PAL (Phase Alternating Line), 733**
**palete, 652-653**
**pan and scan, mod de lucru, 566**
**PanelLink, tehnologie, 841-842**
**panoramare prin mijloace hardware, 718-719**
**panouri cu matrice activă, 820**
**parcare și blocare, 475**
**parcarea capetelor, 475**
**parchetare, 720-721**
**paritate, 208-209**
bit de verificare, 209
cadre, 902
controller de memorie, 295-296
memorii SIMM cu 30 de pini, 216
RAID 3, 383-384
SCSI-2, 430
semnale pentru integritatea datelor (PCI), 332-333
**paritate falsă (memorie), 210**
**paritate impară, 903**
**paritate pară, 903**
**Parity Check, mesaj de eroare, 209, 332-333**
**parole**
configurare BIOS avansată, 267-268
discuri Zip, 517
securitate ATA-3, 409
sisteme pentru salvări de siguranță, 606
**parole master, ATA, 410**
**parole pentru utilizatori, ATA, 410**
**partajare.** ***Vezi și*** **rețele**
fișiere, 1064
imprimante, 1065, 1119-1120
*dispozitive hardware, 1120*
*software, 1121*
Internet, 1066
întreruperi, 288
resurse, 1064
**partajarea fișierelor, 1064**
**partajarea întreruperilor**
controlul magistralei PCI, 333-334
magistrale de extensie, 308-309
**Partial Response Maximum Likelihood, 369**
**particule alfa, 208**
**partiție de încărcare, 499**
**partiționare**
instalarea unităților, 498-499
NTFS, 488-489

**Passed Diagnostics, semnal, 425**
**pauză anterioară (front porch), 728**
**pâlpâire**
baleiere întrețesută, 829
eliminare datorită persistenței, 801-802
**PC Card, 57, 334**
alimentare, 340-341
audio, 340
CIS, 341-342
conexiune la magistrală, 338
configurare, 341-342
*memorie de atribute, 342*
*standarde specifice sistemelor, 342*
*strat pentru formatul de înregistrare a datelor, 341-342*
*strat pentru organizarea datelor, 342*
configurație, 340
controlul memoriei, 338
interfață software, 340-341
*servicii de soclu, 340-341*
*servicii pentru cartele, 341-342*
memorie, 338
semnale/operare, 338
standarde, 77-78
transferuri de date, 339
zoomed video, 340
**PC ecologic, conectoare PCI, 75**
**PC, magistrale de extensie, 314-315**
**PC-uri cu amprentă redusă, 1167**
**PC-uri handheld, 13-14, 1164**
**PC-uri joase, 58, 1167**
**PC/XT, conector de magistrală, 323**
**PC/XT, tastatură cu 83 de taste, semnale de reinițializare, 635**
**PC8730B, controller super I/O, 296-297**
**PCI ISA/IDE, cip de accelerare, 296-297**
**PCI, magistrală, 69, 358, 367-369. *Vezi și* CardBus**
accelerarea ceasului, 109
AGP, 783-784
alocarea porturilor de intrare/ieșire, 250
configurare, 334
controllerul de întreruperi, 285
controlul/arbitrarea magistralei, 332-333
DMA, 290-291
frecvența ceasului, 281
întreruperi serializate, 288-289
limite privind sloturile, 333-334
multiplexare, 305, 331
multiplicatori pentru viteza magistralei, 138-139
operare asincronă, 331
operare în rafale, 332
pe 64 de biți, 76
punți, 276-277, 293-294, 311
semnale pentru integritatea datelor, 332-333
seturi de cipuri, 276-277
standarde, 75-77, 334
suport DMA distribuit, 293
tensiuni scăzute, 333-334
viteză, 330
**PCI-X, magistrală, 320**
**PCL (Printer Control Language), imprimante, 1119**
**PCMCIA, 57, 301, 320, 336**
CardBus, 343
organizare, 58
PC Card, cartele, 77
**PD, discuri, 563-564**
**PDA, 1164**
**peer-to-peer, rețele, 1063**
**Pentium, 136-139**
arhitectură superscalară, 93
cache de nivel doi, 195
capsulă SPGA, 110
DIMM, 218
execuție prin canalizare, 92
generații, 124
încapsulare, 138-139
limitări legate de memoria de cache, 173-174
limite de memorie, 172-173
magistrala de date, lățime, 169
marcă înregistrată, 135
memorie în mod protejat, 182-183
MMX, 140-141
mod de operare în rafale, 195-196, 307
MPEG, 738
multiplicatori pentru viteza de magistrală, 138-139
notebook, 140-141
OverDrive, 139
SIMD, 101
socluri, 116-117
tensiuni de operare, 107
**Pentium II, 135, 145-146**
**Pentium II Celeron, 147-148**
**Pentium II OverDrive, 149**
**Pentium II Xeon, 148-149**
**Pentium III, 150**
**Pentium III Xeon, 150-151**
**Pentium Pro, 141**
adresare, 143-144
AGP, 783-784
cache, 141-142
controller de cache, 295-296
decodoare de instrucțiuni, 143-144
execuție dinamică, 141-142
generații, 135
logica de predicție a ramificărilor, 141-142
magistrale, 143-144
MCM, 111
socluri, 117
unități de execuție, 144

**perechi de fire torsadate neecranate (UTP), 1077-1078**
**Performance, pagină, 189**
**performanțe**
accelerarea ceasului, 107
AGP, 784-785
arhitectura RISC, 96-97
arhitectura superscalară, 93
BIOS, 251
BIOS video, 776
*configurare avansată, 263-264*
buffer de citire în cache, 377
Celeron, 147
discuri Zip, 517
drivere video, 747
duplicarea memoriei ROM, 265-266
FireWire, 917
grafică 3D
*parchetare, 720-721*
*trasarea razei, 723*
hard-discuri, 491
*compensare termică, 476*
*folosirea cache-ului, 493-494*
*mecanisme de acționarea pas cu pas cu bandă, 473*
*rate de transfer a datelor, 466*
*timp de așteptare, 465*
*timp mediu de acces, 491*
*unități AV, 493-494*
intercalarea paginilor, 265-266
intercalarea sectoarelor, 479
interfața ATA, 397
interfața paralelă SCSI, 432
*dialog de confirmare, 434*
*factori externi, 435-436*
*frecvența ceasului, 433*
*lățimea magistralei, 435*
interfețe de stocare, 389
K5, 151-152
lățimea magistralei de adrese, 88-89
memorie, 190-191
*DRAM, 198*
*folosirea cache-ului, 193*
*intercalare, 193*
*magistrală externă, 192*
*viteza memoriei, 190-191*
memorie de schimb, 180
metode de comprimare, 374
modul de gestionare a sistemului, 107
mouse de proprietar, 640-641
nanoprocesoare, 96
NTFS, structura de directoare, 489
procesoare din a patra generație, 132
RAID 1, 383
RAID 2, 383-384
regiștri, 86
reîmprospătarea concurentă a memoriei, 265-266
scannere, portul paralel, 665
SCSI-2, standarde, 430
SIMD, 101
sisteme de afișare
*lărgime de bandă, 829*
*suprapunere video, 735*
UMA, 188
USB, 905
USB 2.0, 914
video
*2x, AGP, 788*
*magistrala ISA, 782-783*
*memorie, 770-771*
*UMA, 790*
**periferice**
ATAPI, 407
BIOS, 228-229
*date de revizuire, 252-253*
deschidere de memorie, 185
drivere de dispozitiv, 36-37
extensii BIOS, 232
linii de adrese, 304
magistrala AT, 317
rezolvarea problemelor, tabelul de parametri pentru discuri, 256
trackball, 648-649
**perioadă de afirmare (interfața paralelă SCSI), 433**
**persistență (fosforul monitoarelor CRT), 801-802**
**Personal Computer AT, 130**
**Personal Digital Assistant (PDA), 13-14, 1164**
**personalizare, mouse, 643**
**perspectivă atmosferică, 722-723**
**perspectivă, efecte de profunzime 3D, 721-722**
**Peterson, David, 96-97**
**PGA (Pin Grid Array), 110**
**Phase Change Recordable (PCR), manșetă, 562-563**
**Phaser III PXi (Tektronix), 1099**
**Philips Electronics**
CD/DVD, 530
DOCSIS, 1038
**Phoenix Technologies, 242-243, 272**
**PhotoCD, sistem, 716**
**pictograme, afișate sub formă de casete negre, 189**
**PID, octet, 912**
**piezoelectric, jet de cerneală, 1099**
**pini**
porturi pentru jocuri, 653
tastaturi, 634
**pini pentru cheie, ATA, 419**
**PIO, 399-400**
**Pioneer, schimbătoare pentru CD-uri, 544**
**PIPE#, semnal, 787**
**piste, 476**
buffere, 480-481
Caleb UDH, 520
cartușe Accelis, 595
CD ROM, 551-552
CD-R, reducerea informațiilor suplimentare, 559

CD/DVD, 538
defecte, 497
*salvări de siguranță de tip imagine, 604-605*
dischete, 516
*controlul capetelor, 522-523*
discuri LS-120, 518-519
identificare, 478-479
înregistrare cu viteză liniară constantă, 464
salvări de siguranță pe bandă
*cartușe Travan, 589*
*înregistrare în serpentină, 577*
*înregistrare paralelă, 576*
*QIC, 582*
*QIC-1000-DC, 584-585*
*QIC-3070-MC, 587*
*QIC-40-MC, 586-587*
sesiuni CD ROM, 551-552
translatarea sectoarelor, 482
**piste defecte, 497**
**piste servo, discuri Zip, 516**
**pixeli, 710**
adresarea bufferului de cadre, 770-771
aparate foto digitale
*comparate cu camerele video, 695-696*
*rezoluție, 670*
*strălucire, 680*
biți, 711-712
canal alfa, 724
combinare alfa, 724
controllere video, semnale de scanare, 761-762
CRT, lățimea liniilor, 807
displayuri plate, interfețe, 826
ecrane LCD colesterice, 819
ecrane LCD cu matrice pasivă, 820
FED, 822
JPEG, mod de comprimare fără pierderi, 742
lărgime de bandă, 829
mod color cu rezoluție scăzută, 772
mod cu 256 de culori, 773
MPEG-1, 744
planuri de culoare, 712-713
rezoluție, 711-712, 824
scannere
*ajustare alb-negru, 667-668*
*domeniu dinamic, 661*
*rezoluția de afișare, 668*
scannere video, 659
texeli, 721-722
transformare cosinusoidală discretă, 739-740
zoom digital, 677
**Pixelmaster (Howtek), 1099**
**planuri. *Vezi* plăci de bază**
**planuri de culoare, 712-714**
**planuri de masă, 49-50, 886**
**plastic policarbonat, CD/DVD, 535-536**
**plăci „fund de sertar" active, 56**
**plăci „fund de sertar" pasive, 56**
**plăci de adaptare, 67**
**plăci de bază, 22, 38, 48. *Vezi* și seturi de cipuri**
accelerarea ceasului, 109
BIOS, reinițializare prin întreruperea alimentării, 262-263
cerințe fizice, 56
cerințe privind alimentarea, 1128
controllere de dischetă, 525
decodoare de tastatură, 297
DMA, 291-292
instalare, 1179
limite privind sloturile, magistrale PCI, 333-334
magistrala PC, 314-315
magistrala PCI, 329
magistrale de extensie. *Vezi* magistrale de extensie
materiale de contact, 224
microprocesoare, localizare, 114-115
modernizarea memoriei Flash BIOS, 269-270
montare, 1178
nomenclatură, 55
oscilatoare, 280
plăci de extensie
*bride de prindere, 70*
*conectoare, 71-72*
*standarde, 72-73*
*substrat, 70*
*tipuri, 68-69*
porturi seriale, 937-938
proiectare, 52, 61
*modele de compromis, 54*
*orientate spre magistrală, 52*
*pe o singură placă, 53*
regulator de tensiune, 1126
SCSI, interfața pentru hard-disc, 297
sloturi de extensie
*număr, 57*
*organizare, 58-59*
*spațiere, 58*
standarde, 59-62
*ATX, 62*
*LPX, 64*
*magistrală, 57*
*mini-ATX, 63*
*mini-LPX, 65*
*NLX, 66-67*
*WTX, 67*
standardul LPX, 64
WTX, standard, 67
**plăci de buclă, 791**
**plăci de diagnosticare, 231**
**plăci de extensie cu lungime standard, 70**
**plăci de extensie, 38. *Vezi și* BIOS**
AGP, 789
BIOS, 228-229
*maparea memoriei, 249*
*structură, 239*
bride de prindere, 70
conectoare, 71-72
conectoare cu pini, 72

cu lungime standard, 70
decodoare MPEG, 541
dischete, 455-456
extensii BIOS, 232
forță de inserare, 71
ISA Plug-and-Play, 327-328
încărcare la cald, 230
întreruperi serializate, 288-289
mai multe de același model, 237
memorie înaltă, 184
modemuri PC Card, 1023
placă de rețea, 1059, 1074
plăci scurte, 70
Plug-and-Play, 235-236
secvență de izolare, 237
standarde, 72-73
*plăci ISA, 73-75*
*plăci PC Card, 77-78*
*plăci PCI, 75-77*
substrat, 70
tipuri, 68-69
**plăci de grafică. *Vezi* adaptoare de afișare**
**plăci de opțiuni, 69**
**plăci de rețea (NIC), 1059, 1074**
**plăci de sistem. *Vezi* plăci de bază**
**plăci de sunet, 877**
calitate, 884
compatibilitate, 878
*Ad Lib, 878-879*
*Audio Codec 97, 882*
*SoundBlaster, 879*
*Windows, 882*
difuzoare USB, 886
interfață pentru CD, 883
MIDI, 883-884
mixere, 883-884
**plăci fiică, 69**
**plăci înălțate, 66, 69**
**plăci logice. *Vezi* plăci de bază**
**plăci mamă. *Vezi* plăci de bază**
**plăci orizontale, 58**
**plăci PC Card cu baterii, 337**
**plăci planare, 56**
**plăci principale. *Vezi* plăci de bază**
**plăci scurte, 73**
**plăci termice, 113**
**plăci verticale, 58**
**plăci video. *Vezi* adaptoare de afișare**
**PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier), 111-112**
**plicuri, tipărire, 1113**
**Plug and Display, 842**
alocarea întreruperilor, 286
avantaje, 994
cerințe, 995
extensii BIOS, 232
funcționare, 996
ISA, 318, 327-328
încărcare, 236-238
încărcare la cald, 230
PCI, 334
plăci de extensie, 235-236
plăci moștenite, 240
stări, 236
structură, 239
**pointeri la instrucțiuni, 85**
**Pointers, pagină, 644**
**polaritate, FireWire, 918**
**polarizare, 809-810**
efect Kerr, 361
stocare magneto-optică, 361
**polarizare, LCD, 818**
**poligoane, 720-721**
**Poqet Computer Company, cartele de memorie, 320**
**port cu posibilități extinse (Extended Capabilities Port - ECP), 958**
control, 990
**port de adresă, Plug-and-Play, 235**
**Portable II, ATA, 395**
**porturi asincrone. *Vezi* porturi seriale**
**porturi de comunicații. *Vezi* porturi seriale**
**porturi de imprimantă, 1066-1067. *Vezi și* porturi paralele**
scannere, 665
**porturi moștenite, 27, 1064, 1066. *Vezi și* porturi paralele**
comparație, 931-932
porturi de imprimantă, 932
porturi paralele, 931
*adrese de bază, 985*
*bidirecționale, 957*
*cabluri, 972*
*conectoare, 959*
*control, 987*
*controlul fluxului, 975*
*drivere pentru porturi, 986*
*funcționare electrică, 974*
*IEEE-1284, 958-959*
*interfața logică, 984*
*istoric, 956*
*întreruperi, 985*
*mod de compatibilitate, 974*
*mod de lucru pe nibluri, 957, 973, 979*
*mod de lucru pe octeți, 974, 980*
*modul ECP (Extended Capabilities Port), 974, 982-983*
*modul EPP (Exhanced Parallel Port), 974, 981*
*nume, 985*
*Plug and Play, 994*
*port cu posibilități extinse, 958, 990*
*portul paralel PS/2, 957*
*porturi de intrare/ieșire, 985*
*porturi paralele îmbunătățite (EPP), 958, 988*
*porturi paralele standard, 958-959*
*prezentare generală, 955*
*probleme de performanță, 991-992*
*semnale, 975, 991-992*
porturi seriale, 931
*adrese de bază, 954*
*cabluri, 943*

*cerințe privind cablurile periferice, 945*
*conectoare, 935*
*divizoare programabile, 933*
*funcționare electrică, 934-935*
*integritatea semnalelor, 934-935*
*interfața logică, 954*
*întreruperi, 954*
*nume, 954*
*porturi seriale îmbunătățite, 953*
*rata de transfer pe biți, 933*
*semnale, 938*
*seturi de date, 938-939*
*terminal de date, 938-939*
*UART, 948*
*viteză, 931-932, 934-935*
RS-232C, port, 932
**porturi paralele, 931**
adrese de bază, 985
aplicații principale, 931-932
bidirecționale, 957
cabluri, 972
conectoare, 959
*adaptoare, 971*
*conector A, 960*
*conector B, 963*
*conector C, 969*
control, 987
controlul fluxului, 975
dispozitive per port, 931-932
drivere pentru porturi, 986
funcționare electrică, 974
IEEE 1284-1994, 958-959
interfața logică, 984
interfețe de stocare, 389-390
istoric, 956
îmbunătățite, 958, 988
întreruperi, 985
mod de compatibilitate, 974
mod de lucru pe nibluri, 957, 973, 979
mod de lucru pe octeți, 974, 980
modul ECP, 974, 982-983
modul EPP, 974, 981
nume, 985
origini, 931-932
Plug and Play, 994
*avantaje, 994*
*cerințe, 995*
*funcționare, 996*
portul paralel PS/2, 957
porturi cu posibilități extinse, 958, 990
porturi de intrare/ieșire, 985
porturi paralele standard, 958-959
prezentare generală, 955
probleme de performanță, 991
*comprimarea datelor, 992*
*controlul magistralei, 993*
*sincronizarea semnalelor, 991-992*
scannere, 665
semnale, 982-983
*Auto Feed XT, 978*
*defectare, 976-977*
*fără hârtie, 976-977*
*HostAck, 983-984*
*HostClk, 982-983*
*inițializarea imprimantei, 977-978*
*Intr, 982-983*
*intrare de selecție, 977-978*
*linie de activare, 975*
*linie de confirmare, 976*
*linie ocupată, 975*
*linii de date, 975, 983-984*
*nAckReverse, 983-984*
*nAStrobe, 982*
*nDStrobe, 982*
*nInit, 982-983*
*nPeriphRequest, 982-983*
*nReverseRequest, 983-984*
*nStrobe, 975*
*nWait, 982*
*nWrite, 982*
*PeriphAck, 982-983*
*PeriphClk, 983-984*
*selectare, 976-977*
*sincronizare, 991-992*
unități portabile pentru salvări de siguranță, 603
viteză, 931-932
**porturi paralele bidirecționale, 957**
**porturi paralele îmbunătățite, 958**
**porturi paralele standard, 958-959**
**porturi pentru jocuri, 667-668**
**porturi periferice. *Vezi* porturi de intrare/ieșire**
**porturi seriale, 931**
adrese de bază, 954
aplicații principale, 931-932
cabluri, 943
*cabluri adaptoare, 944*
*cabluri directe, 943*
*cabluri încrucișate, 945*
*cabluri nul modem, 948*
*conductoare, 931-932*
*lungime, 931-932*
cerințe privind cablurile periferice, 945
conectoare, 935
*conectoare pe placa de bază, 937-938*
*cu 25 de pini, 935*
*cu 9 pini, 936*
dispozitive per port, 931-932
divizoare programabile, 933
funcționare electrică, 934-935
integritatea semnalelor, 934-935
interfața logică, 954

interfețe pentru aparate foto digitale, 693
întreruperi, 954
nume, 954
origini, 931-932
porturi seriale îmbunătățite, 953
rata de transfer pe biți, 933
*configurare, 933*
RS-232C, 932
semnale, 937-938
*cerere de transmisie, 939-940*
*controlul fluxului, 940*
*detectarea purtătoarei, 939-940*
*dialog de confirmare, 940*
*gata de transmisie, 939-940*
*indicator de apel, 939-940*
*primire date, 938-939*
*semnal de masă, 939-940*
*set de date pregătit, 938-939*
*terminal de date pregătit, 938-939*
*terminologie, 938-939*
*transmitere date, 938-939*
seturi de date, 938-939
tastatură, 627
terminal de date, 938-939
UART, 948
*16450, 949*
*16550A, 949*
*8250, 949*
*ASIC, 951*
*controlul bufferelor, 950-951*
*identificare, 951*
*porturi seriale îmbunătățite, 953*
*regiștri, 950*
viteză, 931-932, 934-935
**porturi seriale îmbunătățite, 953**
**porți logice, microprocesoare, 82**
**porți. *Vezi* porți logice**
**posibilități de modernizare, proiectarea plăcii de bază, 55**
**POST (Power-On Self Test), 231**
coduri de eroare, 231
coduri sonore, 231
configurarea unității de dischetă, 526
încărcare la cald, 230
**PostScript, imprimante, 1119-1120**
**PowerMate, magistrală locală, 319**
**PowerPC, microprocesoare, 97-98**
**PowerSlice XL, 1137**
**poziționare pe principiul liftului, 492**
**poziționarea în profunzime, 722-723**
**PPGA, 147**
**PQFP (Plastic Quad Flat Package), 111-112**
**prag**
ajustare, 667-668
tensiuni, 107
**pre-prelucrare, profunzime pe biți, 661**
**prelucrare paralelă, arbitrarea SCSI, 452**
**prelucrarea documentelor, scannere de tip tambur, 657**
**prescanare, 660-661, 667**
**presiunea aerului, hard-discuri, 469**
**primitive, 717-718**
**primitive grafice, 717-718**
**primul-intrat, primul-ieșit, (FIFO) buffer, 950-951**
**Printer Control Language (PCL), imprimante, 1119**
**prinzătoare de cadre, 735**
**prinzător pentru cadre video, 735**
**prioritate pentru obturator, mod de lucru pentru aparate foto digitale, 681**
**prioritatea deschiderii (aparate foto digitale), 681**
**priorități**
întreruperi, 285
sistem de arbitrare, 310
**PRML**
cartușe LTO, 594
DDS, salvare de siguranță pe bandă, 599
**PRN, 985**
**probleme de sănătate, radiații, 1184**
**probleme de siguranță**
baterii, 1140
surse de alimentare (PC-uri desktop), 1141
**proces de finalizare, 561-562**
**proces de precompensare la scriere, 471-472**
**procesoare. *Vezi* microprocesoare**
**procesoare din generația a cincea, 134**
**procesoare din generația a doua, 130**
**procesoare din generația a patra, 132**
**procesoare din generația a șasea, 135**
**procesoare din generația a treia, 131**
**procesoare din prima generație, 129-130**
**producători**
BIOS, 271
unități de hard-disc, 503
**profunzime pe biți**
audio digital, 854
domeniul dinamic al scannerelor, 661
**profunzimea de câmp, 674**
**profunzimea sunetului, 866**
**programare, 22-23**
API, 22
cârlige, 748
drivere video, 747
fișier de comenzi, 27
la nivel înalt, 24-25
*biblioteci, 26*
*compilate, 25-26*
*interpretate, 24-25*
*medii de dezvoltare, 27*

limbaj de asamblare, 24-25
limbaj mașină, 23
**programarea scrierii automate, 266-267**
**programe**
BIOS, transmiterea parametrilor, 247
canale, 92
compilatoare cu optimizare, 98-99
încărcare la cald, 231
**programe de desenare, 19**
**programe de dezasamblare, 18**
**programe de pictare, 19**
**programe de poștă electronică, 18**
**programe pentru înregistrări master, 561**
**programe pentru prelucrarea textelor, 19**
**Programmed Input/Output (PIO), 397-398**
**Programmed, mod de lucru (aparate foto digitale), 681**
**Progressive Networks, 865**
**proiectare pe o singură placă, 53**
**PROM (Programmable ROM), 177**
**protecție analogică la copiere, 567**
**protecție la supratensiuni, 1153**
circuite reactive, 1154
defectare, 1155
diode cu efect de avalanșă, 1154
funcționare, 1155
înlocuire, 1155
MOV (metal oxide varistor), 1153
tuburi cu gaz, 1154
**protecție la vârfuri de curent, 1153**
circuite reactive, 1154
defectare, 1155
diode cu efect de avalanșă, 1154
funcționare, 1155
înlocuire, 1155
MOV, 1153
tuburi cu gaz, 1154
**protecție serială la copiere, 567**
**protejare la căderi de tensiune, dispozitive**
durata de viață a bateriilor, 1161
evaluare, 1159
forme de undă, 1160
interfețe, 1161
prize, 1160
sisteme de alimentare de rezervă, 1155-1157
specificații, 1158
surse de alimentare neîntreruptibile (UPS), 1155-1157
**protejare la copiere, DVD-Video, 567**
**protejare la scriere**
dischete de 3,5 inci, 513
discuri Zip, 517
**protejarea blocului de încărcare, 269**
**protocoale**
AGP, 788
arbitrarea magistralei, 310
Link Access, 927
*adresare, 928-929*
*detectarea erorilor, 929*
*stații, 927*
*tipuri de cadre, 928*
Link Management, 929
mouse, 641
protocoale de rețea, 1059-1060
*NetBEUI, 1059-1060*
*TCP/IP, 1059-1060*
tastaturi, 629
trackball, 648-649
USB, 911
*pachete de confirmare, 914*
*pachete de date, 913*
*pachete jeton, 912-913*
**protocol de transfer, IrDA, 922**
**protocol de tranzacție divizată, 143-144**
**PS/2, port paralel, 957**
**PTP (cale de urmărire paralelă), piste, 535**
**publicistică, scannere monocrome, 660**
**punct final, număr, 912**
**puncte, 710**
CRT, rezoluție și adresabilitate, 808
fosfor, 799
interpolare, 662
rezoluție, 711-712
**puncte de intrare (BIOS), 248**
**punte PCI-la-PCI, 311**
**puntea de nord, 275-276**
**puntea de sud, 275-276**
**punți, magistrale de extensie, 311**
**puritate, 804**
**purtătoare, 535-536**
**PWM, CardBus, 343**


## Q


**Q, subcanal, 551-552**
**QIC EX, cartușe, 590-591**
**QIC MC, cartușe, 584**
**QIC Wide, cartușe, 588-590**
**QIC, cartușe, 579**
**QIC-1000-DC, 584-585**
**QIC-120-DC, 584**
**QIC-1350-DC, 584-585**
**QIC-150-DC, 584**
**QIC-2100-DC, 584-585**
**QIC-24, 584**
**QIC-3010-MC, 587**
**QIC-3020-MC, 587**
**QIC-3030-MC, 587**
**QIC-3070-MC, 587**
**QIC-3080-MC, 587**
**QIC-3090-MC, 588**
**QIC-3095-MC, 588**
**QIC-40-MC, 586-587**
**QIC-470, 587**
**QIC-5010-DC, 584-585**
**QIC-525-DC, 584**
**QIC-5GB-DC, 584-585**

**QIC-80-MC, 584-585**
**Quadtel, 272**
**QWERTY, organizare, 616**

## R

**radiatoare, 105**
Pentium, 139
**radiații, 1182**
interferențe, 1182
*interferență de semnal, 1183*
*interferență de zgomot, 1183*
*reducere la minim, 1183*
probleme de sănătate, 1184
protejare, 1184
semnale de frecvență extrem de joasă (Extremely Low Frequency), 1184
semnale de frecvență foarte joasă (Very Low Frequency), 1184
**rafale de culoare, 716**
**RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks)**
semnale ATA, 421-422
sisteme pentru salvări de siguranță, 601
timp de acces, 492
**RAID 0, 383**
**RAID 1, 383**
**RAID 10, 385**
**RAID 2, 383-384**
**RAID 3, 383-384**
**RAID 4, 384-385**
**RAID 5, 384-385**
**RAID 53, 385**
**RAID 6, 385**
**RAID Advisory Board, 381-382**
**RAIDBook, 381-382**
**RAM (Random Access Memory), 29-30, 164, 174**
cache hardware, 379
dinamic, 174
**RAM dinamic. *Vezi* DRAM**
**RAMBus, 169**
cipuri de accelerare grafică, 759-760
DRAM, 204
**RAMDAC, 756-757, 769**
**ramificări, dispozitive FireWire, 918**
**Ramtron, EDRAM, 203**
**randament, 466**
discuri Zip 250, 517-518
interfața paralelă SCSI, 432
interfețe de stocare, 389
**raport orizontal, 813**
**raport vertical, 813**
**raportul de aur (Golden Ratio), 813**
**raportul dimensiunilor, 813**
dimensiunea ecranului, 812
DVD-Video, 565
**rasterizator, 36**
**rate de eșantionare, 852-853**
CD-DA, 548
DVD-Audio, 568
Internet Wave, 865
MPEG, audio, 857
plăci de sunet, calitate, 884
sintetizare cu tabele de unde, 862
**rate de reîmprospătare, 828**
**rate de transfer**
ATA-2, 414
cache pentru stocare, 375
CD-R, 556
CD/DVD, 539-540
discuri LS-120, 518-519
hard-discuri, 466
interfețe, comparație, 389-390
IrDA, 924
MPEG, 744
performanțele discurilor, 493
salvări de siguranță pe bandă, 579
*benzi DC300A, 580*
*înregistrare paralelă, 576*
SCSI, lățimea magistralei, 435
transferuri oarbe, 399
unități de dischetă, 524
USB 2.0, 914
**rate de transfer al datelor**
CD-R, 556
CD/DVD, 539-540
IrDA, 923-924
LS-120, discuri, 518-519
magistrala PCI, 332
operare în rafale, 307
PC Card, cartele, 339
performanțele discurilor, 493
unități de dischetă, 524
**rate de transfer maxime**
interfața paralelă SCSI, 433
interfețe de stocare, 389
interfețe moștenite, 389-390
SCSI-2, 428-429
**Rayovac Corporation, baterii Renewal, 1134**
**răcire activă, 105**
Pentium, 139
**răcire pasivă, 105**
**RCA, standarde de televiziune, 731**
**reactanță, 851-852**
**reacție tactilă, 614**
**Read Data, semnal, 454-455, 524**
**Ready/Busy, linie (PC Card), 339**
**RealAudio, 865**
**realocarea automată, 484**
**receptoare asincrone, cadre de date, 902**
**receptoare sincrone, cadre de date, 902**
**Recording Industry Association of America (RIAA), SDMI, 858-859**
**Red Book, standard**
CD-DA, 548
DVD-Audio, 568
**redare clar-obscur, 722-723**
**redundanță, 370, 380-381**
RAID 5, 384-385

**Reference Diskettes, 258**
**reflectivitate, tratament antistrălucire pentru ecrane CRT, 808-809**
**Register Select, semnal (PC Card), 339**
**registru de mască al hărții, 773**
**Registry, instalare suplimentară USB, 910**
**regiștri, 84-86**
6845, controller CRT, 762
acumulator, valori pentru porturi, 38-39
BIOS
*mapare video, 251*
*transmiterea parametrilor, 247*
cipuri de accelerare, 759
comutarea bancurilor, 187
contor de timp al sistemului, 282
controller VGA, 766, 769
cursor hardware, 769
generatoare de ton, 875
interfața SoundBlaster, 880
ISA Plug and Play, 235
lățime, 86
mască de mapare, 773
performanțe, 86
Plug and Play, 235
redenumire, 94
*6x86, 157*
*Pentium Pro, 144*
semnale ATA, 423-424
unități în virgulă mobilă, 89-90
WRAM, 205-206
**regiștri de comenzi, semnale ATA, 423**
**regiștri de date, 86**
WRAM, 205-206
**regiștri de deplasare, 363**
**regiștri de index, controller CRT 6845, 763**
**regiștri pentru blocuri de control, semnale ATA, 423**
**reîmprospătare ascunsă, 265-266**
**reîmprospătare concurentă, configurare BIOS avansată, 265-266**
**reîmprospătarea memoriei**
controlul memoriei, 295-296
DRAM, semnale RAS/CAS, 199-200
memorie RAM dinamică, 175
partajarea magistralei ISA, 326-327
**relee, 45**
memorie statică, 175
**remanență, 358**
**RepeatKeys, 622**
**repetoare, 1080**
**Request, semnal (controlul magistralei PCI), 332-333**
**rescriere dinamică, salvări de siguranță pe bandă LTO, 595**
**rescriere, cache, 197-198**
**restaurarea salvărilor de siguranță (incrementale), 606**
**restricții termice, 104-105**
**resurse, partajare, 1064**
**Return-to-Zero Invert (RZI), 924**
IrDA, 923-924
**rețea cu cablu subțire, 1080**
**rețea fără sloturi, 1073**
**rețele, 28, 1206, 1208. *Vezi și* partajare**
beneficii, 1057
cabluri, 1060, 1077
*100Base-T, 1068*
*10Base-2, 1080*
*10Base-5, 1080*
*10Base-T, 1068, 1081*
*cablare cu perechi torsadate, 1077-1078*
*cablare în inel, 1061*
*cablare în stea, 1061*
*cablare liniară, 1060*
*cabluri coaxiale, 1077*
*pe cablu subțire, 1080*
*repetoare, 1080*
clienți, 1059-1060
componente, 1057, 1073
funcții, 1057, 1064
*comunicații, 1064*
*partajarea accesului la Internet, 1066*
*partajarea fișierelor, 1064*
*partajarea imprimantelor, 1065*
*partajarea resurselor, 1064*
ierarhii, 1057, 1062
*client-server, 1062*
*peer-to-peer, 1063*
MP3, audio, 857
plăci de rețea (NIC), 1059, 1074
*adaptoare, 1059, 1074*
*distribuitoare, 1076*
probleme, 1057
protocoale, 1059-1060
*NetBEUI, 1059-1060*
*TCP/IP, 1059-1060*
servicii, 1059-1060
sisteme pentru salvări de siguranță, PC-uri, 600
software, 1057
*niveluri practice, 1059*
standarde, 1057, 1067
*100Base-T, 1068*
*10Base-T, 1068*
*AppleTalk, 1072*
*ArcNet, 1072*
*Asynchronous Transfer Mode, 1071*
*Ethernet, 1068-1069*
*FDDI, 1072*
*LAN fără sloturi, 1073*
*Token Ring, 1070*
toleranța la defecte, 381-382
topologii, 1057, 1060
*inel, 1061*
*liniară, 1060*
*magistrală, 1060*
*stea, 1061*
transmisii audio, 855
**rețele client-server, 1062**
**rezistență, 850-851**
cabluri USB, 908-909
**rezistoare**
amplificatoare audio, 875

terminatoare SCSI, 442-443
**rezoluție, 711-712**
adresarea bufferului de cadre, mod color cu rezoluție scăzută, 772
aparate foto digitale
*comprimare, 689*
*senzori de imagine, 670*
*zoom digital, 677*
audio digital, 854
BIOS VGA, 776
BIOS video, numere pentru moduri, 778
cipuri de accelerare, 759-760
comprimare de bază, 739-740
CRT, 808
*lățimea liniei, 807*
displayuri, 828
displayuri plate, 824
DVD comparat cu VHS, 565
hardware, 662
imprimante, 1091
*cerințe privind memoria, 1092*
*imprimante laser, 1103*
*tehnologia de îmbunătățire a rezoluției (RET), 1091*
*toner, 1092, 1104*
interpolată, 662
modul VGA de grafică, 794
mouse, 643
MPEG-1, 744
niveluri, 824
optică, 662
panouri colesterice, 819
RAMDAC, 769
scanare de tip tambur, 657
scannere, 662
*configurare, 668*
scannere cu pat, 658
scannere pentru diapozitive, 659
trackball, 648-649
XGA, 754
**rezoluție hardware, 662**
**rezoluție interpolată, 662**
zoom digital, 677
**rezoluție mecanică, 662**
**rezoluție optică, 662**
**rezolvarea problemelor**
BIOS, revenirea la parametrii inițiali, 262
blocări de sistem, BIOS, 248
cache, 264-265
CD-R, 554
conectoare SCSI, 442
displayuri
*convergență, 804*
*mufe jack cu un singur pin, înlănțuire, 837-838*
erori hardware, 208-209
memorie
*erori, 211*
*resurse de sistem, 189*
plăci de extensie, semnale specifice sloturilor, 311
**rezonanță, timbru, 859**
**RGB**
împărțirea octeților între culori, 715
spațiu de culoare, 715
**RIMM, 205, 220**
**RISC, 96-99**
caracteristici, 97-98
Pentium II, 145
Pentium Pro, 140-141
tranzistoare, 100
**RISC86, instrucțiuni, 100**
**RLL, codare, 367**
cartușe LTO, 594
**Roberts, Ed (Altair), 314**
**Rockwell, K56flex, modemuri la 56 Kbps, 1031**
**rolă de preluare, 596**
**role, 573-574**
**ROM (Read-Only Memory), 176**
BIOS, 227
duplicare, configurare BIOS avansată, 264-265
EEPROM, 178
EPROM, 177
flash, 178
mască, 177
memorie flash cu ștergere pe sectoare, 179
memorie flash pentru blocul de încărcare, 179
PROM, 177
ROM pentru caractere, 704-705
sintetizare cu tabele de unde, 863
**ROM mască, 177**
**ROP, 100**
**rotație, viteză, 465**
**Row Address Strobe, semnal, 199-200**
**RS-232, conectoare pentru porturi, 916**
**RS-232C, port, 932**
IrDA, 922
**RS/6000, 97-98**
**RS232C, porturi, Link Access, protocol, 927**
**rutine pentru deservirea întreruperilor, 243**

## S

**S-100, magistrală, 52, 314**
**S-Video, 732**
aparate foto digitale, 694
EVC, 840
**S3 Corporation, 759**
**salvări de siguranță, 572-573**
acoperire, 573-574
alegerea unui sistem, 600
*al doilea PC, 600*
*cartușe de discuri, 601*
*CD-R, 602*
*dublarea hard-discurilor, 601*
*sisteme de bandă, 602*
cartușe, 573-574
casete, 574-575
cerințe privind benzile, 606-607
complete, 604-605
corespondența mediilor, 606-607
cu derulare continuă, 576
formate, 578

incrementale, 606
înregistrare elicoidală, 577
înregistrare în serpentină, 577
înregistrare liniară, 579
*bandă liniară digitală, 592*
*compatibilitatea cartușelor, 591-592*
*comprimarea datelor, 591*
*Linear Tape Open, 594*
*QIC, 579*
*QIC EX, 590-591*
*QIC MC, 584*
*QIC Wide, 588-590*
înregistrare paralelă, 576
lungimea benzii, 581
modul start-stop, 576
rețele, 603
role, 573-574
scanare elicoidală, 597
*8 mm, 597*
*Advanced Intelligent Tape, 598*
*Digital Data Storage, 598*
selective, 606
software, 604
strategii, 607
unități de bandă, 31
unități portabile, 603
verificare, 606
**salvări de siguranță complete, 604-605**
**salvări de siguranță de tip imagine, 604-605**
**salvări de siguranță fișier cu fișier, 604-605**
**salvări de siguranță incrementale, 606**
**salvări de siguranță pe bandă, 572-573**
acces secvențial, 363
acoperire, 573-574
alegerea unui sistem, 602
benzi video, 597
cartușe, 573-574
casete, 574-575
cerințe privind benzile, 606-607
citirea benzilor, 355
complete, 604-605
corespondența mediilor, 606-607
cu derulare continuă, 576
digital, 355
dimensiuni, 573
formate, 578
înregistrare elicoidală, 577
înregistrare în serpentină, 577
înregistrare liniară, 579
*bandă liniară digitală, 592*
*compatibilitatea cartușelor, 591-592*
*comprimarea datelor, 591*
*Linear Tape Open, 594*
*QIC, 579*
*QIC EX, 590-591*
*QIC MC, 584*
*QIC Wide, 588-590*
înregistrare paralelă, 576
longevitate, 606-607
lungimea benzii, 581
modul start-stop, 576
producători, 586-587
rețele, 603
role, 573-574
scanare elicoidală, 597
*8 mm, 597*
*Advanced Intelligent Tape, 598*
*Digital Data Storage, 598*
software, 604
*fișier cu fișier, 604-605*
*salvări de tip imagine, 604-605*
strategii, 607
unități de bandă, 31
unități portabile, 603
verificare, 606
**salvări de siguranță selective, 606**
**Samsung**
DOCSIS, 949
WRAM, 205-206
**SanDisk, CompactFlash, 346**
**saturare**
digital, 356
spațiu de culoare, 716
**SC242, 118-119**
**scanare progresivă, 829**
**scannere (periferice), 32, 656**
adaptoare pentru folii transparente, 663
ajustarea domeniului dinamic, 667-668
color, comparat cu monocrom, 660
contrast, 667-668
controller CRT, 762
controllere video, 761-762
cu pat, 658
dispozitive de alimentare cu coli, 664
domeniu dinamic, 661-662
folii transparente, 659
fotografii, 668
gama, 667-668
histogramă, 667-668
interfețe, 665
interpolare, 662
LED, 660
manuale, 658
OCR, 664
pre-scanare, 667
profunzime pe biți, 661
rezoluție, 662
*stabilirea rezoluției, 668*
separarea culorilor, 668
tambur, 657
Twain, 666
video, 659
viteza de scanare, 660-661
zona de imagine, 667
zona de scanare, 668
**scannere color, comparate cu cele monocrome, 660**
**scannere cu o singură trecere, 660-661**
**scannere cu pat, 658**
**scannere cu scală de gri, 660**
ajustarea pragurilor, 667-668
domenii de umbre, 662

**scannere cu trei treceri, 660-661**
**scannere de tip tambur, 657**
**scannere manuale, 658**
**scannere monocrome, comparate cu cele color, 660**
**scannere pentru diapozitive, 659**
**scannere pentru pagini, 657**
**scannere video, 659**
**scară, interpolarea punctelor, 662**
**Scarlet Book, standard, 548**
**schimbare de stare, 362**
**schimbare la cald**
matrice de discuri, 381-382
sloturi de extensie, 301
unități SCSI, conectoare, 441
**schimbătoare (CD/DVD), 544**
**Schwabe, Jim, 754**
**scriere**
din mers, 554
imagine virtuală, 554
mascare, 171
stocare magneto-optică, 360
stocare optică, 362
unități de dischetă, 523
**scriere automată, 621**
**scriere concurentă, 378**
**scriere directă, 704**
**scriere directă, cache, 197-198**
**scriere incrementală, 560**
**scriere întârziată, 378**
**scrierea pe pachete, 560**
**scriptare, 28**
**SCSI, 427**
comparație cu FireWire, 916
față de ATA, 392
formatare la nivel scăzut, 497
hard-discuri, 297
*întreruperi, 500*
*partiționare, 500*
identificare, 392
inițiatori, 443
LBA, 483
limite privind capacitatea discurilor, 490
lungimea cablurilor, 445
parametri pentru discuri, 485
scannere, 660-661, 665
standarde, 429-431
**SCSI 160m, 434**
**SCSI asincron, dialog de confirmare, 434**
**SCSI cu semnale nesimetrice, combinarea standardelor, 449-450**
**SCSI diferențial, combinarea standardelor, 450**
**SCSI extern, 441**
terminatoare, 444
**SCSI sincron, 433**
dialog de confirmare, 435
**SCSI-1, 429-430**
**SCSI-2, 429-430**
**SCSI-3, 431**
**SDDS, 870**
**SDMI, 858-859**
**SDRAM (Synchronized Dynamic RAM), combinarea modulelor, 223**
**SDS 56, 1035**
**SDSL (Symmetrical Digital Subscriber Line), 1033**
**Seagate, Fast ATA, 397**
**SEC (Single Edge Contact), cartuș, 113**
**SECAM, 733**
**sectoare, 477**
CD ROM, 549-550
defecte, 497
definirea partițiilor, 499
dischete, 511
DriveSpace, 487-488
File NODE, 488-489
identificare, 478-479
intercalare, 479
înregistrare cu viteză liniară constantă, 464
limite de capacitate, 491
NTFS, 488-489
remaparea sectoarelor, 484
*unități AV, 494-495*
rutine IPL, 234
translatare, 482
**sectoare defecte, 497**
**sectoare hard, 478**
**sectoare intercalate, 479**
**sectoare soft, 478**
**sector de încărcare, 234**
protecția BIOS împotriva virușilor, 266-267
**securitate**
ATA, 409-410
Internet, 1045
*parafoc, 1045*
*viruși, 1045*
Pentium III, 150
**secvența de izolare, 237**
magistrala ISA, 327-328
**secvențiator pentru instrucțiuni în microcod, 143-144**
**selectarea unităților de dischete, 453**
**semiconductoare, 46-47**
diode, cădere, 105-106
efectul căldurii, 1179
efectul curentului alternativ, 1124
încapsulare, 109
restricții termice, 104
semiconductoare cu tensiuni extrem de scăzute, 107
**semn (numere în virgulă mobilă), 89-90**
**semnal de sincronizare complex, 727**
**semnal video complex, 727**
conexiuni cu mufe jack, 836-837
**semnale**
4x AGP, 788-789
adaptoare de afișare, sincronizare, 731
AGP, 786-787
ATA, 420

comenzi pentru tastatură, 630
crominanță, 731
DVI, 844
grafică, 724
*baleiere, 725*
*cursa inversă, 727*
*interval vertical, 728-729*
*pauze anterioare și posterioare, 728*
*sincronizare, 726*
*stingerea spotului, 728*
interfețe pentru scanner, 666
luminanță, 731
microfoane, 889
porturi paralele, 982-983
*Auto Feed XT, 978*
*defectare, 976-977*
*fără hârtie, 976-977*
*HostAck, 983-984*
*HostClk, 982-983*
*inițializarea imprimantei, 977-978*
*Intr, 982-983*
*intrare de selecție, 977-978*
*linie de activare, 975*
*linie de confirmare, 976*
*linie de date, 975, 983-984*
*linie ocupată, 975*
*nAckReverse, 983-984*
*nAStrobe, 982*
*nDStrobe, 982*
*nInit, 982-983*
*nPeriphRequest, 982-983*
*nReverseRequest, 983-984*
*nStrobe, 975*
*nWait, 982*
*nWrite, 982*
*PeriphAck, 982-983*
*PeriphClk, 983-984*
*selectare, 976-977*
*sincronizare, 991-992*
porturi seriale, 937-938
*cerere de transmisie, 939-940*
*controlul fluxului, 940*
*detectarea purtătoarei, 939-940*
*dialog de confirmare, 940*
*gata de transmisie, 939-940*
*indicator de apel, 939-940*
*primire date, 938-939*
*semnal de masă, 939-940*
*set de date pregătit, 938-939*
*terminal de date pregătit, 938-939*
*terminologie, 938-939*
*transmitere date, 938-939*
SCSI, combinarea standardelor, 449-450
VESA Media Channel, 793
VESA, conector de bază, 792
**semnale analogice**
porturi pentru jocuri, 652-653
Super Audio CD, 549
**semnale de activare, AGP 2x, 788**
**semnale de reinițializare**
magistrale de extensie, 308-309
PC Card, cartele, 340
tastaturi, 634
**semnale diferențiale, 393**
terminatoare SCSI, 443
**semnale diferențiale cu tranziții minime (TMDS), 841-842**
**semnale în banda laterală, 787**
**semnale nesimetrice, 393**
**semnale pentru integritatea datelor, magistrala PCI, 332-333**
**semnale sonore la teste POST, 231**
**semnale specifice pentru sloturi, 310**
**semnale video de sincronizare, 726**
**senzori de imagine, 669**
dimensiune, 670
rezoluție, 670
sensibilitate, 671
**SEP (Single-Edge Processor), capsulă, 114**
**separarea culorilor, scanare, 668**
**separatoare de date, 374-375**
**Serial Infrared Interaction Pulse, 927**
**servere, 13-14**
ATA, comparație cu SCSI, 392
carcase, 1169
servere de acces de la distanță, 1067
servere de CD-uri, 1065
servere de disc, 1065
servere de imprimare, 1065
servere reprezentant, 1067
**servere de discuri, 1065**
cache hardware, 380
**servere de rețea, matrice de discuri, 380**
**servere de tipărire, 1065**
**servere pentru acces de la distanță, 1067**
**servere pentru CD, 1065**
**servere reprezentant, 1067**
**servere, PC-uri, 1065**
**servicii analogice. *Vezi* modemuri**
**servicii asigurate de plăci, PC Card, 341-342**
**servicii de soclu, PC Card, 340-341**
**servicii digitale, 999, 1031**
ADSL, 1034
direct prin satelit, 998
disponibilitate, 999
DS3, 1032
E1, 1032
G.Lite, 1035
HDSL, 1033
ISDN, 998, 1036
*implementare, 1036*
*istoric, 1036*
*modemuri ISDN, 1037*

modemuri pentru cabluri, 998
SDS 56, 1035
SDSL, 1033
servicii pentru cablu, 1038
servicii prin satelit, 1039
servicii telefonice, 1031
T1, 998, 1032
VDSL, 1035
**servomecanisme de acționare cu bobină și magnet permanent, 474**
**servomecanisme, salvări de siguranță pe bandă cu scanare elicoidală, 597**
**servosisteme înglobate, 474, 477**
unități de disc LS-120, 519
**sesiuni**
CD-R, 553-554
format logic pentru CD ROM, 551-552
mod de scriere multisesiune pe piste, 558
mod de scriere pe o pistă întreagă, 558
**set comun de comenzi, 428-429**
**seturi de cipuri, 29-30**
AGP, 786-787
configurare BIOS avansată, 262-263
controller de periferice, 278, 296-297
*dischete, 297*
*interfața pentru hard-disc, 296-297*
*porturi de intrare/ieșire, 298*
*tastatură, 297*
controller de sistem, 276-277
*circuite de sincronizare, 278*
*controlul întreruperilor, 284-285*
*DMA, 291*
*gestionarea consumului de energie, 293-294*
*interfața cu magistrala, 293-294*
controllere pentru dischete, 525
controllere pentru memorie, 277, 293-294
*adresare, 294*
*cache, 270*
*reîmprospătare, 295-296*
*tratarea erorilor, 295-296*
DMA, 291-292
drivere video, 747
funcții, 275-276
limite de memorie, 172-173
magistrala PCI, 329
USB 2.0, 914
**seturi de comenzi, 23, 83**
SCSI, 427-428
**seturi de instrucțiuni, 23, 83, 94**
cicluri de ceas, 87
CISC și RISC, 91
execuție prin canalizare, 92
execuție prin regrupare, 93
K7, 153-154
micro-ops, 100
microcod, 95-96
microprocesoare, 83-84
MMX, 140-141
redenumirea regiștrilor, 94
regiștri, 84
RISC, 96-99
SIMD, 100-101
unitate aritmetico-logică, 88-89
VLIW, 100-101
**SFF-8035, 503**
**Sharptooth, 153-154**
**Shockwave, 865**
**Sholes, Christopher, 1084**
**Shugart Associates, 507**
**siliciu, 46, 80-81**
încapsularea memoriei, 212
**SIMD (Single Instruction, Multiple Data), 100-101**
Pentium III, 150
**SIMM (Single Inline Memory Module)**
30 de pini, 213
72 de pini, 216
adaptoare, 224
combinarea modulelor, 222
instalare, 223-224
SDRAM, 202
**sincronizare**
adaptoare de afișare, 754
comunicații asincrone, 901-902
FireWire, 917
magistrale de extensie, 306
**sincronizare pe verde, 727**
**sincronizare separată, 727**
**sincronizare verticală, CRT, 817**
**sindromul tunelului carpian, tastaturi ergonomice, 620**
**Single Image, mod, 691-692**
**Single-Word DMA, 397-398**
**sintetizare aditivă, 861-862**
**sintetizare analogică, 861-862**
**sintetizare cu tabele de unde, 862**
**sintetizare prin scădere, 860-861**
**sintetizare, audio digital, 859**
FM, 862
prin adunare, 861-862
prin scădere, 862
sisteme pentru Internet, 864
tabele de unde, 739
**sintetizoare de frecvență, 109**
**SIPP, 221-222**
demontare, 224-225
**sistem de difuzoare cu domeniu complet, 892-893**
**sistem de difuzoare cu trei căi, 890**
**sistem de gestionare a generației de copiere, 567**

**sistem de operare pe disc (DOS), 20-22**
**sistem de semnale reflectate, 331**
**sistem plat cu mască tensionată, 808**
**sisteme active de focalizare automată, 686**
**sisteme de afișare, 32, 699**
atribute, 706, 708
casete pentru caractere, 705
maparea caracterelor, 703
pagini video, 708
scriere directă, 704
2D, grafică, 708
*afișare în ferestre, 718-719*
*atribute, 711-712*
*blocuri, 709*
*codarea culorilor, 715*
*comenzi de desenare, 717-718*
*comenzi de grafică, 717*
*mapare pe biți, 710*
*maparea culorilor, 716*
*obiecte grafice mobile, 717-718*
*panoramare prin mijloace hardware, 718-719*
*planuri de culoare, 712-714*
*rezoluție, 711-712*
*spații de culoare, 715*
*transferuri pe blocuri de biți, 717-718*
*vectori, 711*
3D, grafică, 719
*buffere duble, 724*
*efecte de iluminare, 722-723*
*efecte de profunzime, 721-722*
*folosirea bufferelor z, 723*
*maparea texturilor, 720-721*
*parchetare, 720-721*
*perspectivă atmosferică, 722-723*
*poziționare în profunzime, 722-723*
*transparență, 723*
*trasarea razei, 722-723*
*umbrire, 723*
aparate foto digitale, 689
comprimarea imaginilor, 736
*filtre/codecs, 737*
*JPEG, 738*
*MPEG, 743*
integrare video, 728-729
*capturare video, 735*
*NTSC, 731*
*S-Video, 732*
*standarde, 730*
*standarde internaționale, 733*
*suprapunere video, 734*
interfețe
*API, 748*
*DirectX, 748-749*
*drivere, 746*
mod color pe 32 de biți, 714
orientate spre caractere, 703
*atribute, 706, 708*
*casete pentru caractere, 705*
*maparea caracterelor, 703*
*pagini video, 708*
*scriere directă, 704*
profunzime pe biți, 712-713
rezoluție, cerințe privind memoria, 714
semnale, 724
*baleiere, 725*
*cursa inversă, 727*
*interval vertical, 728-729*
*pauze anterioare și posterioare, 728*
*sincronizare, 726*
*stingerea spotului, 728*
sisteme de afișare de tip teleimprimator, 700
*HTML, 701-702*
*suport BIOS, 701-702*
*terminale video, 700*
**sisteme de afișare orientate spre caractere, 703**
**sisteme de alimentare în așteptare, 1155-1157**
durata de viață a bateriei, 1161
evaluare, 1159
forme de undă, 1160
interfețe, 1161
prize, 1160
specificații, 1158
**sisteme de alimentare neîntreruptibile (UPS), 1155**
**sisteme de anulare acustică a difuzorului, 891**
**sisteme de arhivare, comprimarea fișierelor, 374**
**sisteme de bandă cu scanare elicoidală, 597**
8 mm, 597
Advanced Intelligent Tape, 598
Digital Data Storage, 598
**sisteme de expunere automată, 681**
**sisteme de fișiere, 485**
clustere, 486
comprimare, 487-488
FAT, 485
NTFS, 488-489
**sisteme de focalizare automată pasivă, 686**
**sisteme de operare, 13-14.** ***Vezi și*** **BIOS**
adresare CHS, 481
BIOS
*încărcare, 229*
*încărcarea programului inițial, 234*
*structură, 239*
cache software, 379
cartele CompactFlash, 347
CD-R, 557
ceas de timp real, 284-285
cerințe privind memoria, 170
cipuri de accelerare, 760-761

drivere video, 747
gestionarea memoriei, 188
hard-discuri, instalare, 496
încărcare la cald, 230
manipulatoare de fișiere, 481
partiționarea discurilor, 498
Plug-and-Play, anteturi pentru plăci de extensie, 239
suport pentru interfața paralelă SCSI, 451
suport pentru UDMA/33, 402
transferuri DMA, 399-400
**sisteme de răcire, 1179**
defectare, 1181
sisteme active de răcire, 1180
sisteme avansate de răcire, 1181
sisteme pasive de răcire, 1180
**sisteme magnetice digitale, 355**
**sisteme multiprocesor, OverDrive, 140-141**
**slot de sistem, 77**
**sloturi. *Vezi* sloturi de extensie**
**sloturi de extensie, 30-31, 56, 1165, 1174**
AGP, 788-789
aliniere, 70
CardBus, 344
Flex Slot, 68
forța de inserare, 71
ghidaje pentru plăci, 70
limite PCI, 333-334
lungimi, 1175
număr, 57
organizare, 58-59
plăci de bază mini-AT, 62
plăci PCI, 75
spațiere, 58
standarde, 1174
standarde pentru plăci de extensie, 73
**sloturi pentru periferice, 77**
**SlowKeys, 622-623**
**SMART (Self-Monitoring, Analysis, and Reporting Technology), 358, 501**
ATA, 414
**SMART (System Managed Audio Resource Technique), 568**
**Smart Boot, 267-268**
**SmartMedia, 347, 687**
**SOAR, 97-98**
**Soclul 0, 116-117**
**Soclul 1, 116-117**
**Soclul 2, 116-117**
**Soclul 3, 116-117**
**Soclul 4, 116-117**
**Soclul 5, 116-117**
**Soclul 6, 117**
**Soclul 7, 117**
**Soclul 8, 117**
**Soclul PGA370, 117-118**
**socluri (microprocesoare), 115-119**
**software, 16-17**
aplicații, 17-19
*miniaplicații, 20*
*utilitare, 19-20*
BIOS, 241
*întreruperi software, 243*
cache pentru stocare, *376-377*
ceas de timp real, 284-285
compatibilitatea aparatelor foto digitale, 692
dischete de referință, 258
drivere Twain, 667
legarea de hardware, 34
*API, 36-37*
*BIOS, 38*
*drivere de dispozitiv, 36-37*
*ierarhia de control, 35*
*interfețe de dispozitiv, 38-39*
limbaje de programare, 22-23
*de nivel înalt, 24-25*
*fișiere de comenzi, 27*
*limbaj mașină, 23*
*limbaje de asamblare, 24-25*
master DMA, 293-294
memorie, 167, 188
*aplicații, 190-191*
*DOS sub Windows, 189*
*resurse de sistem, 189*
mod protejat, 102-103
modemuri, 1053
OCR, 664
Pentium II MMX, 146
plăci ISA, 240
regiștrii microprocesoarelor, 85
rezoluția scannerelor, 662
RISC, 98-99
salvare de siguranță, 604
*de tip imagine, 604-605*
*fișier cu fișier, 604-605*
*rețele, 604*
sisteme de operare, 20-22
software de rețea, 1057
*niveluri practice, 1059*
software pentru partajarea imprimantelor, 1121
suport USB, 909
tastaturi, 629
**software pentru driver, 36**
**Sony Dynamic Digital Sound (SDDS), 566**
**Sony-Philips, standarde, 546**
**SoundBlaster, 879, 882**
**Space, semnal serial, 934**
**SPARC, 97-98**
**spații de culoare, 715**
**spațiu de reinițializare, 919**
**spațiu de subacțiune, 919**
**SPGA (Staggered Pin Grid Array), capsulă, 110**
**SPI (interfața paralelă SCSI-3), 431**
**Spindle Sync/Cable Select, semnal, 425**
**Sprint, ISDN-1, 1036**
**SSA (arhitectura de stocare serială), 393, 431**
**SSFDC (Solid-State Floppy Disk Card), 347**

**ST506, discuri, 478**
**standarde**
ATA, 396-397
*moduri de transfer, 397-398*
baterii, 1137
*baterii de ceas, 1138*
*notebook, 1139*
*Smart Battery, 1137*
capacitatea CD-urilor, 530
CardBus, 344
cartușe de bandă QIC, 583
CD ROM, Yellow Book, 549-550
CD/DVD, 540, 546-547
Digital Display Working Group, 844
Digital Flat Panel port, 842-843
DVD, 531
DVI, 841-842
Energy Star, seturi de cipuri, 293-294
Enhaced Video Connector, 840
faxuri
*clase de interfețe, 1051*
*Group 3, standarde, 1048*
*Group 4, standarde, 1051*
*standarde analogice, 1048*
FireWire, 916
integrare video, 729
*internațional, 733*
*NTSC, 731*
*S-Video, 732*
Link Management, protocol, 929
magistrala ISA, 315-316
magistrala PCI, 334
magistrale, 57
MIDI, 883-884
modemuri, 1025
*Bell 103, 1025*
*Bell 212A, 1025*
*importanță, 1026*
*standarde MNP, 1026*
*V.22, 1028*
*V.22bis, 1026, 1028*
*V.32, 1026, 1028*
*V.32 terbo, 1028-1029*
*V.32bis, 1026, 1028-1029*
*V.34, 1028-1029*
*V.34bis, 1030*
*V.42, 1026, 1030*
*V.42bis, 1026, 1030*
*V.90, 1030-1031*
*V.FC, 1030*
MPEG, 744, 857
PCI-X, 320
plăci de bază, 59-62
*ATX, 62*
*LPX, 64*
*mini-ATX, 63*
*mini-LPX, 65*
*NLX, 66-67*
*WTX, 67*
plăci de extensie, 72-73
*PC Card, 77-78*
*plăci ISA, 73-75*
*plăci PCI, 75-77*
Plug-and-Play, 234
rețele, 1057, 1067
*100Base-T, 1068*
*10Base-T, 1068*
*AppleTalk, 1072*
*ArcNet, 1072*
*Asynchronous Transfer Mode, 1071*
*Ethernet, 1068-1069*
*FDDI, 1072*
*LAN fără sloturi, 1073*
*Token Ring, 1070*
SCSI, 429-431
*combinare, 449*
SMART, 502
Sony-Philips, 546
surse de alimentare, 1129, 1141
USB, 914
VESA, 319
**starea „în așteptare“, 293-294**
**stație de rezervare, 144**
**stații de lucru, 13-14**
ATA față de SCSI, 392
**stații primare, 927**
**stări de așteptare, 191**
configurarea BIOS avansată, 264-265
EDRAM, 204
intercalarea paginilor, 265-266
memorie EDO, 201-202
modul pagină, 265-266
Rambus DRAM, 204
reduse prin intercalarea memoriei, 193
**STD, nivel de tensiune, 44**
**stereo**
Dolby, 867-868
SoundBlaster, 878-879
**stereo, audio, 866**
**StickyKeys, 624**
**sticlă epoxidică, 49-50**
**stive, 189**
**stive, regiștri în virgulă mobilă, 90**
**stocare, 392. *Vezi și* hard-discuri**
cache, 375
*buffere pentru citire, 376-377*
*buffere pentru scriere, 378*
*folosirea memoriei, 378*
CD-R, 556, 602
*capacitate, 555*
*cerințe privind benzile, 606-607*
*corespondența mediilor, 606-607*
*depășirea inferioară la recepție a bufferului, 560*
*etichetare, 561-562*
*fișier cu fișier, 604-605*
*fixare, 561-562*
*informații suplimentare pentru format, 555*
*moduri de scriere, 557*
CD-ROM, 549-550
*salvări de siguranță de tip imagine, 604-605*
*salvări de siguranță în rețea, 603*
*software, 604*
*strategii, 607*

*testare, 561*
*unități portabile, 603*
*verificare, 606*
*viteză, 556*
CD-RW, 563
CLUT, 717
codarea datelor, 366
*comprimare software, 371*
*comprimarea datelor, 370*
*înregistrare cu codare pe grupuri, 367*
*înregistrarea cu densitate dublă, 366-367*
*înregistrarea cu densitate simplă, 366-367*
*probabilitate maximă de răspuns parțial, 369*
*RLL avansată, 368*
*tranziții de flux, 366*
combinarea accesului secvențial și aleatoriu, 365
dispozitive, 351
DVD, 531
DVD-R, 569
DVD-ROM, 564
DVD-RW, 569
DVD-Video, 565
electronică, 374-375
interfețe, 374-375, 388
*ATA față de SCSI, 392*
*cost, 392*
*identificare, 392*
*performanțe, 389*
*posibilități de conectare, 391*
magnetică, 352
*coercitivitate, 356*
*digitală, 355*
*magnetism, 353*
*materiale, 354*
*remanență, 358*
*saturație, 356*
*suprascriere, 355*
Magnetophon, 353
matrice de discuri, 380, 381-382
*acces paralel, 386*
*divizarea datelor, 380-381*
*RAID 0, 383*
*RAID 1, 383*
*RAID 10, 385*
*RAID 2, 383-384*
*RAID 3, 383-384*
*RAID 4, 384-385*
*RAID 5, 384-385*
*RAID 53, 385*
*RAID 6, 385*
*redundanță, 380-381*
medii, 351
medii cu acces aleatoriu, 364
medii secvențiale, 363-364
optică, 362
organizarea datelor, 362
salvare de siguranță, alegerea unui sistem, 600
salvări de siguranță pe bandă
*bandă liniară digitală, 592*
*compatibilitatea cartușelor, 591-592*
*comprimarea datelor, 591*
*Linear Tape Open, 594*
*QIC EX, 590-591*
*QIC MC, 584*
*QIC Wide, 588-590*
*scanare elicoidală, 592-593*
stocarea magneto-optică, 358
*medii, 361*
*operații de citire, 360-361*
*operații de scriere, 359*
stocarea masivă, 30-31, 164
tipuri, 351
**stocare aproape online, 350**
**stocare magnetică, 394-401. *Vezi și* hard-discuri**
acces aleatoriu, 365
coercitivitate, 356
digitală, 355
magnetism, 353
materiale, 354
remanență, 358
saturație, 356
suprascrierea, 355
**stocare magneto-optică, 358**
coercitivitate, 357
medii, 361
operații de citire, 360-361
operații de scriere, 359
**stocare masivă, 30-31, 164**
**stocare offline, 350**
**stocare online, 350**
**stocare optică, 362**
**stocare pe medii secvențiale, 363-364**
**stocare primară, 164**
**stocare secundară, 164**
**strat de emulare hardware (HEL), 748-749**
**strat de legătură, 919-920**
**strat de vopsea, 537**
**strat fizic, 919-920**
**strat pentru tranzacții, 919-920**
**straturi**
CD-R, 537-538
DVD, 533
IrDA, 923-924
înregistrare, 537
MPEG, audio, 857
**straturi pentru gestionarea magistralei, 919-920**
**strălucire**
CRT
*controale, 816*
*lățimea liniei, 807*
*plasă anti-strălucire, 809-810*
domeniu dinamic, 661
exponometre, 679
mască perforată, 804
monitoare Trinitron, 806
**strălucire, CRT, 808**
**stroker, 711**
**subbaleiere, 812**
**subcanale, format pentru CD-ROM, 551**
**subimagini, 565**
**subnotebook, 1170**
carcase, 1164
surse de alimentare, 1124, 1130
*înlocuire, 1137*
*siguranță, 1140*

*standarde, 1137*
*tehnologii, 1133*
**subrutine, 24-25**
**substraturi, 467-468**
CD, 535-536
dischete, 508
tehnologia ATOMM, 521
**subwoofer, difuzoare, 891**
**sugerarea profunzimii, 722-723**
**sume de control, alocarea memoriei CMOS, 262**
**sunet în buclă, 859**
**sunet spațial, 867-868**
cablare, 896
cvadrofonic, 867
**sunete în afara axei, 888**
**sunete pe axă (on-axis sound), 888**
**sunete.** ***Vezi*** **audio**
**Super 7, 117-118**
**Super Audio CD, 548**
**Super Bit Mapping Direct, 549**
**Super Block, 488-489**
**Super VGA, 754**
**super-răsucire dublă (ecrane LCD), 819**
**SuperDisk, LS-120, 517-518**
compatibilitate, 519
format, 518
**suport DMA distribuit, 293**
**suporturi de protecție pentru CD-uri, 541**
**suprabaleiere, 812**
**suprapunere video, 728-729, 734**
**supratonuri, 859**
**suprimare (semnale video), 728**
**surse de lumină, scannere, 663**
**SVGA (Super VGA)**
BIOS, 777, 778
configurația pinilor, 839
rezoluție LCD, 824
**Switched Date Services 56 (SDS 56), 1035**
**Symmetrical Digital Subscriber Line (SDSL), 1033**
**System Bus High Enable, semnal, 325-326**
**System Error (integritatea semnalelor PCI), 332-333**
**System Indicator Byte, 499**

## Ș

**șasiuri.** ***Vezi*** **carcase**
**ștergerea discurilor CD-RW, 538**

## T-Ț

**T-cal, 476**
**T1, linii, 998, 1032**
**tabel de parametri pentru discuri (BIOS), 256**
**tabel de partiție principală, 498**
**tabel pentru căutarea culorilor, 717**
**Tape*Stor, sistem, 586-587**
**Task, fișier, 407**
**tastatură avansată, 619**
**tastaturi, 32, 611**
**tastaturi capacitive, 613**
**tastaturi cu atingere ușoară, 615-616**
**tastaturi cu calotă, 615-616**
**tastaturi cu calote de cauciuc, 613**
**tastaturi cu membrană, 613**
**tastaturi cu panouri împărțite, 621**
**tastaturi ergonomice, 620**
**tastaturi liniare pentru viteză mare, 614**
capacitive, 613
controller, 277
cu contact, 612
Dvorak-Dealey, organizare, 617
fără contact, 613
folosite pentru funcțiile mouse-ului, 645
funcții electrice, 626
inscripționare, 615-616
model LPX, 65
modele ergonomice, 620
port de tastatură, 627
*comenzi software, 629*
*compatibilitate, 632*
*conexiuni, 633*
*interfața gazdă, 631*
*protocol, 629*
*USB, 637*
prin atingere, 614
QWERTY, organizare, 616
RepeatKeys, 622
scriere automată, 266-267, 621
StickyKeys, 624
taste funcționale, 618
ToggleKeys, 625
TouchPad, 651
Trackball II, 649
**taste de control, 618**
**taste funcționale, 618, 628**
**taste pentru numere, coduri de scanare, 628**
**TCP (Tape Carrier Package), 112-113**
**TCP (Transmission Control Protocol), Internet, audio, 864**
**TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), 1059-1060**
**tehnologia colesterică, 819**
**tehnologie de montare a pinilor în găuri, 50**
**tehnologie de montare pe suprafață, 51**
**tehnologie nematică cu răsucire, 818**
**Tektronix Phaser III PXi, 1099**
**telecomunicații, 998**
comunicații seriale
*rată de biți, 933*
*semnale, 938*
faxuri, 1046
*standarde, 1048*
Internet, 1040
*ISP, 1042*
*istoric, 1041*
*limite de performanță, 1044*
*securitate, 1045*

*structură, 1042*
*World Wide Web, 1043-1044*
linii telefonice, 999
modemuri, 999
*caracteristicile semnalului, 1010-1011*
*demodulare, 1002*
*funcționare, 999-1000*
*hardware, 1020*
*instalare, 1052*
*la 56 Kbps, 1030-1031*
*modemuri de buzunar, 1023*
*modemuri externe, 1022*
*modemuri interne, 1022*
*modemuri PC Card, 1023*
*modemuri V.90, 998*
*modulare, 1001*
*pentru voce și date, 1019*
*posibilități de transmitere a faxurilor, 1046*
*rata de transfer, 1006*
*software, 1053*
*standarde, 1025*
*tehnologii de îmbunătățire a conexiunilor, 1017*
*viteza, 999-1000*
servicii digitale, 999, 1031
*ADSL, 1034*
*direct prin satelit, 998*
*disponibilitate, 999*
*DS3, 1032*
*E1, 1032*
*G.Lite, 998, 1035*
*HDSL, 1033*
*ISDN, 998, 1036*
*modemuri pentru cabluri, 998*
*SDS 56, 1035*
*SDSL, 1033*
*servicii pentru cablu, 1038*
*servicii prin satelit, 1039*
*servicii telefonice, 1031*
*T1, 998, 1032*
*VDSL, 1035*
sistem telefonic
*istoric, 1000*
*semnale, 1000-1001*
*telefoane învechite (POTS-plain old telephone set), 1000-1001*
**telefoane, 1034**
**telemetru, 689**
**Telephoto, convertoare, 677-678**
**televizoare**
comparate cu displayurile, 797
comparate cu monitoarele CRT, dimensiunea ecranului, 811
integrare ca sisteme video, 729
standarde, 730
**temperatura culorilor, 687**
**temperatura Curie, 357**
unități magneto-optice, 360
**temperaturi, coercitivitate, 357**
**tensiune**
amplitudine audio, 849
cablarea amplificatorului, 896
capete de citire/scriere inductive, 471
CardBus, 343
decibeli, 849
magistrala PCI, 333-334
magistrale de extensie, 305
masă, 305-306
mufe jack cu un singur pin analogice, 837-838
regulatoare, 1155-1157
**tensiuni de operare, 105-106**
**Terminal Count, linie, 324-325**
**terminale inteligente, 701**
**terminale simple, 701**
**terminare**
ATA-3, 414-415
FireWire, 916
interfețe pentru dischete, 459
SCSI, 442
semnale video complexe, 838
**terminare pasivă, 443**
**terminare perfectă forțată, 443**
**terminatoare active, 443**
**TERMPWR, linie, terminare, 443**
**testarea procesorului numeric, 263-264**
**Texas Instruments, 124**
**texeli, 720-721**
**Thin Film Transistors (TFT), 820**
**ThinkJet (Hewlett-Packard), 1098-1099**
**Thomson Consumer Electronics, DOCSIS, 1038**
**timbru, 859**
**timer/contor, cip, 874**
**timp de acces**
CD/DVD, 544
folosirea cache-ului pentru stocare, 375
mediu, 491
**timp de așteptare**
punți de magistrală, 312
unități cu mecanism de acționare dual, 475
**timp de poziționare, 491**
**timp de poziționare pistă cu pistă, 491**
**timp de răspuns (panouri LCD), 820**
**timp de revenire, 727**
lărgime de bandă, 829
**tip de caracter, OCR, 664**
**tipodimensiuni. *Vezi* plăci de bază**
**TMDS, 841-842**
**tocuri optice, persistența fosforului, 801-802**
**ToggleKeys, 625**
**Token Ring, 1070**
**toleranța la defecte, 381-382**
**toner (imprimante)**
efect asupra calității de ieșire, 1092
efect asupra rezoluției de ieșire, 1104
înlocuire, 1117
reumplere, 1117

**tonomate**
cartușe DLT, 593-594
salvări de siguranță în rețea, 604
**Toray Industries, Phase Change Recordable, titlu, 562-563**
**Toshiba**
Advanced Configuration and Power Interface, 1146
DOCSIS, 1038
DVD, standarde, 547
VQF, 858-859
**TouchPad, 650**
**TR-2, cartușe, 590**
**Track 0, 498**
**trackball, 647**
comutatoare, 647
folosirea cu o singură mână, 647-648
interfețe, 648-649
Isopoint, 648-649
manetă indicatoare, 649
mărimea bilei, 647-648
rezoluție, 648-649
**TrackPoint, 651**
**traductoare, 887**
**traductoare acustice.** ***Vezi*** **difuzoare**
**transfer orb, 399**
**transferuri asincrone, 432**
**transferuri paralele de date, magistrale de extensie, 303**
**transferuri pe blocuri de biți, 717-718**
**transferuri sincrone, 432**
UltraDMA, 401
**transformare cosinus discretă, 739-740**
**Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP), 1059-1060**
**transmiterea parametrilor (BIOS), 247**
**transparență, 723**
**tranzacții, PCI, 331**
**tranzistoare, 42, 44.** ***Vezi și*** **semiconductoare**
FED, 822
K6-3, 153-154
memorie statică, 176
panouri cu matrice activă, 820
Pentium Pro, 143
porți logice, 82-83
RISC, 100
ROM, 176
tensiune de prag, 107
**tranziții de flux (hard-discuri), 366**
codare RLL, 367
efecte de altitudine, 470
GCR, 367
precompensare la scriere, 471-472
**tranziții, codare NRZI, 910**
**trasarea razei, 722-723**
**tratament antistrălucire cu plasă, 808-809**
**tratamente împotriva strălucirii, 808-809**
acoperire, 809-810
mecanice, 809-810
plasă, 808-809
polarizare, 809-810
**tratarea erorilor**
controlul memoriei, 295-296
porturi periferice, 904
sisteme pentru salvări de siguranță, 606
**Travan, cartușe de bandă, 588-590**
**Traveling Software, cablu LapLink, 909**
**trepied (aparate foto digitale), 695-696**
**triada de culori, 799**
**TriLevel Cache, 153-154**
**Trinitron, grilă de deschidere, 805**
**true color, 712-713**
canal alfa, 724
cerințe de memorie, XGA, 714
**TTL (Transistor-Transistor Logic), 44, 1126**
**tuburi.** ***Vezi*** **CRT**
**tuburi CRT cu trei tunuri, 802-803**
**tuburi cu gaz, 1154**
**tuburi cu vid, 45**
**tun de electroni, 801-802**
**tunuri în linie, 802-803**
**tupluri, 342**
**turn mediu, PC-uri, 1169**
carcase, 1164
**turn, PC-uri**
carcase, 1164, 1168
sloturi de extensie, 58
**TV ca monitor, 280**
**Twain, 666**
**TWAIN.DLL, 667**
**TWAIN32.DLL, 667**
**tweeter, 890**
**Type II, cartele, 337**
**Typematic Rate Delay, 622-623**
**ținte, 310**

## U

**UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), cipuri, 948**
16450, 949
16550A, 949
8250, 949
ASIC, 951
controlul bufferelor, 950-951
identificare, 951
porturi seriale îmbunătățite, 953
regiștri, 950
**UDF (Universal Data Format)**
DVD ROM, 563-564
scriere pe pachete, 560
**UDMA (Ultra DMA), 397**
conectoare, 416-417
**UDMA/33, 400**
**UDMA/66, 401**
**UDP, audio în Internet, 865**
**Ultra SCSI, 434**
**Ultra2 SCSI, 434**
lungimea cablurilor, 445
**UltraDMA, 399**
**UltraPack, 371**

**Ultrium, cartușe, 594, 596**
**UMA (Unified Memory Architecture), 187**
cipuri de accelerare, 756-757
interfețe pentru adaptoare de afișare, 790
**umbrire, 723**
**umbrire lină, 723**
**un disc întreg, mod de scriere, 559**
**unde dreptunghiulare, generatoare de ton, 874**
**unde purtătoare, semnal de crominanță, 732**
**unde sinusoidale, operatori, 862**
**unde sinusoidale, sintetizare FM, 862**
**unghi de deflexie, 810**
**unitate de control, 88-89**
**unitate floptică, 507**
**unitate gazdă, fișier de volum comprimat, 372**
**unitate în virgulă mobilă (FPU).** ***Vezi*** **FPU**
**unitate pentru numere întregi, 88-89**
**unități aritmetice și logice, UAL, 88-89, 156**
**unități cu interfață înglobată, translatarea sectoarelor, 482**
**unități cu viteză variabilă, 542**
**unități de bandă acționate cu curea, salvări de siguranță, 579**
**unități de disc, 1326.** ***Vezi și*** **hard-discuri**
acces aleatoriu, 365
CD/DVD, 540
comparate cu unități magneto-optice, 360-361
corespondența cu mediile, 357
dischete, 521-522
*cerințe de alimentare, 1127*
*controlul capetelor, 521-522*
*controlul vitezei, 521-522*
*densitate foarte mare, 522-523*
*indexarea capetelor, 522-523*
dulapuri (montare), 1174
folosirea cache-ului pentru stocare, 375
*buffere pentru citire, 376-377*
*buffere pentru scriere, 378*
*folosirea memoriei, 378*
hard-discuri, 1165
*dulapuri (montare), 1174*
*înălțimea dispozitivelor, 1173*
*tipodimensiuni, 1173*
*unități de disc amovibile, 1174*
*unități de disc cu acces prin panoul frontal, 1172*
*unități de disc interne, 1172*
interferența inter-simbol, 369
înălțimea dispozitivelor, 1173
matrice, 380, 381-382
*acces paralel, 386*
*divizare, 380-381*
*RAID 0, 383*
*RAID 1, 383*
*RAID 10, 385*
*RAID 2, 383-384*
*RAID 3, 383-384*
*RAID 4, 384-385*
*RAID 5, 384-385*
*RAID 53, 385*
*RAID 6, 385*
*redundanță, 380-381*
oerstezi, 357
secvență de încărcare, 267-268
tipodimensiuni, 1173
unități de disc amovibile, 1174
unități de disc cu acces prin panoul frontal, 1172
unități de disc interne, 1172
**unități de execuție, 144**
**unități de hard-disc, 30-31, 462**
adresare, 480-481
*adresarea pe blocuri logice, 483*
*CHS, 481*
*parametrii discurilor, 484*
*remaparea sectoarelor, 484*
*translatarea sectoarelor, 482*
ATA, 394-397
*ATAPI, 406-407*
*cablare, 416*
*capacitate, 402*
*compatibilitate, 415*
*conectoare, 419*
*gestionarea energiei, 408-409*
*identificarea dispozitivelor, 410-411*
*interfața logică, 425-426*
*performanțe, 397*
*securitate, 409-410*
*semnale, 420*
*SMART, 414*
*standarde, 414, 415*
BIOS
*Enhanced Fixed Disk Parameter Table, 256*
*modernizări, 270*
ca sistem de salvare, 601
capete de citire/scriere, 470
*capete de contact, 470*
*efecte de altitudine, 470*
*inductive, 471*
*magneto-rezistive, 471-472*
*mecanisme de acționare a capetelor, 472*
*precompensarea la scriere, 471-472*
cerințe pentru alimentarea cu energie, 1128
codarea datelor
*înregistrare cu codare pe grupuri, 367*

*înregistrarea cu densitate dublă, 366-367*
*înregistrarea cu densitate simplă, 366-367*
*probabilitate maximă de răspuns parțial, 369*
*RLL avansată, 368*
*tranziții de flux, 366*
comprimarea hardware a datelor, 373
controller de periferice, 277
defectări, 501
discuri, 467
*contaminare, 469*
*densitate de suprafață, 467-468*
*medii bazate pe oxid, 468*
*medii bazate pe peliculă, 469*
*substraturi, 467-468*
fiabilitate, 501
*garanție, 503-504*
*MTBF, 501*
*SMART, 501*
fișiere de schimb, 181
formatare fizică, 478-479
*decalarea cilindrilor, 480-481*
*identificarea sectoarelor, 478-479*
*intercalarea sectoarelor, 479*
geometrie, 476
*cilindri, 477*
*piste, 476*
*sectoare, 477*
instalare, 494-495
*configurare BIOS, 496-497*
*formatare, 501*
*formatare la nivel scăzut, 496-497*
*partiționare, 498-499*
*recunoașterea unității, 496*
interfețe, 296-297
*cost, 392*
*număr de dispozitive, 391*
*rate de transfer, 389-390*
înregistrare cu viteză lineară constantă, 464
înregistrare cu viteză unghiulară constantă, 463
limite de capacitate, 490
mecanism, 463
*modul așteptare, 465*
*rata de transfer al datelor, 466*
*rotație, 463*
*timp de așteptare, 465*
*viteză, 464*
memorie virtuală, 180
moduri de operare, 410
moduri pentru economisirea energiei, 408
performanțe, 491
*folosirea cache-ului, 493-494*
*rata de transfer al datelor, 466*
*timp mediu de acces, 491*
*unități AV, 493-494*
poziționare pe principiul liftului, 492
productivitate, 466
SCSI, 427, 432
*arbitrare, 452*
*cablare, 437*
*capacitate/adresare, 435-436*
*combinarea standardelor, 449*
*conectoare, 440-441, 446*
*identificare, 437*
*încărcare, 452*
*lățimea magistralei, 435*
*lungimea cablurilor, 445*
*performanțe, 432-433*
*standarde, 429-431*
*suport asigurat de sistemul de operare, 451*
*terminare, 442*
sisteme de fișiere, 485
*clustere, 486*
*comprimare, 487-488*
*FAT, 485*
*NTFS, 488-489*
**unități de încărcare** SCSI, 438-439
**unități de volum, 850-851**
**unități master, 418**
**unități SCSI interne, 440**
**unități slave, 418**
**Universal Asynchronous Receiver/Transmitter. *Vezi* UART**
**Universal Serial Bus. *Vezi* USB**
**UPS (sisteme de alimentare neîntreruptibile), 1155-1157**
durata de viață a bateriei, 1161
evaluare, 1159
forme de undă, 1160
interfețe, 1161
prize, 1160
specificații, 1158
**urmărirea culorilor, 827**
**US Robotics, x2 56 Kbps, modemuri, 1031**
**USB (Universal Serial Bus), 899, 908, 932**
2.0, 914
cabluri, 908
codarea datelor, 910
conectoare, 908
controller de magistrală, 907
difuzoare, 886
DVI, 844
EVC, 841
interfețe pentru aparate foto digitale, 693
mouse, 641
protocoale, 911
*pachete de confirmare, 914*
*pachete de date, 913*
*pachete jeton, 912-913*
scannere, 660-661, 666
standard, 914
suport software, 909
tastaturi, 298, 637
transmisii audio, 855
unități de salvare portabile, 603

**utilitare, 19-20**
anularea ștergerii, 486
**utilitare de anulare a ștergerii, FAT, 486**
**UTP (perechi de fire torsadate neecranate), 1077-1078**
**uzură, 224**

## V

**vafe, 47-48**
**valori cheie, 995**
**Vaught, John, 1098-1099**
**vârf, microfon, 889**
**VBE (VESA BIOS Extensions), 755**
**VDSL (Very-high-data-rate Digital Subscriber Line), 1035**
**vectori de întrerupere, 243**
tabelul de parametri pentru discuri, 256
zona de date BIOS, 183
**ventilatoare, 1141, 1180**
defectare, 1181
**verificare ciclică prin redundanță, IrDA, 929**
**verificare prin citire după scriere, 606**
**verificarea datelor, verificarea salvărilor de siguranță, 606**
**verificarea memoriei peste 1 MB, 263-264**
**Vertical Interval Test Signal, 728-729**
**Very-high-data-rate Digital Subscriber Line (VDSL), 1035**
**verzi, discuri CD-R, 537**
**verzi, displayuri monocrome, 799**
**VESA, 754**
Digital Data Channel, 833
Enhanced Video Connector, 840
SVGA, 778
UMA, 790
Video Image Area Definition, standard, 811
*LCD, 825-826*
**VESA BIOS Extensions (VBE), 755, 778, 782**
**VESA Local Bus, 319**
**VESA, canal pentru medii (interfețe între cartele), 792**
**VESA, conector de bază (interfețe între cartele), 792**
**VESA, port de interfață (interfețe între cartele), 793**
**VFAT, sectoare, 478**
**VGA (Video Graphic Array), 751, 753**
alocarea pinilor, 839
aparate foto digitale, 689
buffer de cadre, 185
cipuri de accelerare, 761-762
compensarea raportului dimensiunilor, 814
conectoare de afișare analogice, 838-839
lărgime de bandă, 829
moduri de text, 793-794
rezoluție, 711-712
rezoluție LCD, 824
**VGA Auxiliary Video Connector, 791**
**VGA BIOS, 776**
**VGA la video, 728-729**
**VGA, controller, 766**
**VHS, videocasete, comparate cu DVD, 565**
**vibrația contactelor, 626**
**video**
aparate foto digitale, 694
comprimarea imaginilor, 736
*filtre/codecs, 737*
*JPEG, 738*
*MPEG, 743*
DVD, 531
FireWire, 914-915
magistrala ISA, 319
memorie pentru bufferul de cadre, 185
oscilatoare, 280
performanțe BIOS, 251
rezoluție, 711-712
tipuri de stocare, 365
**video BIOS, 756-757**
**Video Data Terminals (VDT), 701**
**Video Electronics Standards Association (VESA), 754**
**Video Graphic Array (VGA), 753**
**Video Image Area Definition, standard, 811**
**Videotrax, 597**
UMA, 188
unități AV, 493-494
**viruși**
configurare BIOS avansată, 265-266
Internet, 1045
**viteză liniară, CD/DVD, 539-540**
**VITS, 728-729**
**vizoare, 689**
LCD, 690
**vizoare cu ecran, 690**
**vizoare optice, 689**
**vizoare optice reflex, 690**
**vizoare video, 690**
**vizualizare panoramică, 677-678**
**VL Bus, 319**
**VLIW (Very Long Instruction Word), 100-101**
**VLSI, ATA, 395**
**VMM, 180**
**Vocaltec, 865**
**VoiceSpan, 1019**
**VoiceView, 1019**
**volume de fișiere comprimate, 372**
dischete, 527
**volume de încărcare, limite pentru capacitatea discurilor, 490**
**vopsea bazată pe ftalocianine, 537**
**vopsele fotoreactive, 537**
**VQF, 858-859**
**VRAM (Video RAM), 205-206, 759-760**
**VRE, nivel de tensiune, 44**

## W


**Wait for Key, stare, 236, 327-328**
**Wake, comandă, numere CSN, 238**
**WAV, fișiere, plăci de sunet, 878**
**WD1002, emulare, 451**
**Web**
pagini, sunet de fond, 859
programe browser, 18
situri
*DDS Manufacturers Group, 600*
*grupul LTO, 596*
transmisie audio, 855
**Weitek, coprocesor, configurare BIOS avansată, 264-265**
**Western Digital, ATA, 397**
**Wide SCSI, 428-429, 435**
**Winchester, unitate de disc, 462**
**WinChip 2 3D, 154-155**
**WinChip 4, 156**
**WinChip C6, 124, 154**
**Windows**
adaptoare de afișare
*funcționare, 795*
*set de instrucțiuni pentru acceleratoare, 755*
afișare în mod caracter, 705-706
ajustarea întreruperilor pentru hard-disc, 500
alocarea porturilor de intrare/ieșire, 250
audio, codecs, 856
BIOS video, 778
cache pentru stocare, 376-377
cache software, 379
CD-RW, 563-564
ceas de timp real, 284-285
cerințe privind memoria, 169
codecs video, 738
compatibilitate audio, 878
Control Panel, pagina Performance, 189
coprocesoare de grafică, 758
dimensionare automată, 814-815
DirectX, 748-749
dischete
*formatare, 515*
*suport, 510*
displayuri, configurare manuală, 836
drivere audio, 877
DriveSpace 2, 371
DVD-ROM, 564
Dvorak-Dealey, organizarea tastaturii, 618
FAT, 485
FDISK, 499
fișiere de schimb, 181
formate pentru CD ROM, 553-554
GDI, 748-749
grafică cu mapare pe biți, 710
hard-discuri, poziționare pe principiul liftului, 492
interfețe pentru aparate foto digitale, 693
LS-120, suport pentru unități, 526
memorie DOS, 189
memorie pentru resursele sistemului, 189
memorie virtuală, scannere, 660-661
monitoare orientate spre caracter, 703
montarea unităților de dischetă, 527
Mouse Properties, meniu, 643
mouse, instalare, 641
MouseKeys, 645
panoramare prin mijloace hardware, 719
PC Card, suport, 340-341
plăci de sunet, 882
*instalare, 894-895*
schimbătoare de CD-uri, 545
SCSI, suport, 451
Speaker Driver, 877
StickyKeys, 624
suport LBA, 484
tastaturi
*configurare, 633*
*FilterKeys, funcție, 622-623, 623*
*RepeatKeys, funcție, 622-623*
*resurse folosite, 632*
*taste speciale, 619*
*ToggleKeys, funcție, 622-623, 623*
TrueSpeech, 856
Twain, drivere, 667
UDMA/33, suport, 402
USB Supplement, 909
USB, drivere, 909
VGA, raportul dimensiunilor, compensare, 814
Virtual Memory Manager, 180
vizualizarea alocării canalelor DMA, 291-292
vizualizarea folosirii întreruperilor, 287
**Windows 2000, cerințe privind memoria, 170**
**Windows 95, programarea caracteristicilor de scriere automată, 266-267**
**Windows GDI, imprimante, 1118**
**Windows NT**
cerințe privind memoria, 170
suport pentru AGP, 784-785
**woofer, difuzoare, 890**
**World Wide Web. *Vezi* Web**
**WRAM, 205-206**
**Write Data, semnal, 453**
**Write Enable, semnal, 453**
**Write Enable, semnal (unitatea de dischete), 524**
**Write Protect, pin (PC Card), 339**

**Write Protect, semnal (unitate de dischete), 524**
**Write Select, semnal (unitate de dischete), 523**
**WTX, standard, 67**
**WWW.** ***Vezi*** **Web**

## X

**x, factor, 542**
aparate foto digitale, 677-678
semnificație, 544
**Xeon, 148-149**
cartușe SEC, 114
**Xerox Corporation, Ethernet, 1068**
**XGA (Extended Graphics Array), 753**
adresarea bufferului de cadre, 774
fereastră de memorie, 774
rezoluție LCD, 824
**XIP, standard, 342**
**Xircom Incorporated, Enhanced Parallel Port Partnership, 958**
**XLR, conectoare, 889**
**XT, înălțime (plăci ISA), 74**

## Y-Z

**Yamaji, Keizo, 1101**
**Yellow Book, CD ROM, 549-550**
**YM3812 IC, 878-879**
**z, buffere, 723, 715**
**Zenith Data Systems, Enhanced Parallel Port Partnership, 958**
**Zeos Contenda, PC notebook, 1170**
**Zero Wait State (fără stări de așteptare), semnal, 325-326**
**zgomot alb, 860-861**
**zgomote, 860-861**
calitatea plăcilor de sunet, 885
captură de pe CD-uri interne, 871-872
FireWire, 918
planuri de masă, 886
**Zip, discuri**
100 MB, 516
250 MB, 517
**zonă absolută de încheiere, 561-562**
**zonă de aterizare, 475**
**zonă de introducere, 552-553**
mod de scriere multisesiune pe piste, 558
multisesiune, 559
**zonă de încheiere, 552-553**
mod de scriere multisesiune pe piste, 558
**zone, sectoare pentru hard-discuri, 478**
**zone de pauză, 552-553**
**zone post-gap, 552-553**
**zone pre-gap, 552-553**
**Zoned Constant Angular Velocity (ZCAV), înregistrare cu viteză unghiulară constantă pe zone, 478**
**zoom, aparate foto digitale, 696-697**
**zoom, lentile, 676**
distanță focală, 674
domeniu de zoom, 677-678
zoom digital, 677
zoom optic, 676
**Zoom, mod, 691-692**
**zoom digital, 677**
**zoom optic, 676**
**zoomed video, 340**